



**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**BEŞİNCİ SINIF FEN BİLİMLERİ DERSİ ÜNİTELERİNİN
BÜTÜNLEŞİK STEM EĞİTİMİ YAKLAŞIMI İLE TASARLANMASI,
UYGULANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Hilmi DOĞAN

DENİZLİ-2020

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**BEŞİNCİ SINIF FEN BİLİMLERİ DERSİ ÜNİTELERİNİN
BÜTÜNLEŞİK STEM EĞİTİMİ YAKLAŞIMI İLE TASARLANMASI,
UYGULANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Hilmi DOĞAN

Danışman

Doç. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER

JÜRİ ÜYELERİ ONAY SAYFASI

Bu çalışma, Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı'nda Jürimiz tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Başkan: Prof. Dr. Perihan ÜNÜVAR

Üye: Doç. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER (Danışman)

Üye: Prof. Dr. Bilge CAN

Üye: Doç. Dr. Kadir BİLEN

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Eren Can AYBEK

Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../.....
tarih ve/..... sayılı kararı ile onaylanmıştır

Prof. Dr. Mustafa BULUŞ

Enstitü Müdürü

ETİK BEYANNAMESİ

Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nün yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi; görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu; başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu; atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi; kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı; bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

İmza



Hilmi DOĞAN

TEŞEKKÜR

Çeyrek asırdır süregelen öğrenme ve öğretme yaşantımda en çarpıcı değişimi tetikleyen doktora çalışması, öğrenme ve öğretme süreçlerine hem uygulayıcı hem de akademik bir perspektiften bakabilmemi sağlayan eşsiz bir deneyim olarak yerini almıştır.

Bu deneyimi benzersiz kılan, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli tez danışmanım Doç. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER'e sonsuz teőekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Doktora tez çalışmamın her aşamasında katkılarını esirgemeyen, eleştiri ve önerileriyle bu çalışmayı değerli kılan saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Bilge CAN'a, Doç.Dr. Kadir BİLEN'e, Prof. Dr. Perihan ÜNÜVAR'a, Dr. Öğr. Üyesi Eren Can AYBEK'e, öğrenme ve öğretme sürecine ilişkin anlayışıma farklı bir boyut kazandıran değerli hocam Sn. Doç.Dr. Zeha YAKAR'a teőekkürlerimi sunarım.

Eleştirel düşünme becerileri alanında eşsiz bilgileriyle ve değerli öneriyle bu çalışmaya katkılarını sunan değerli hocalarım Dr. Öğr. Gör. Gülsüm ÇATALBAŐ'a, Dr. Öğr. Üyesi şule ÇEVİKER AY'a, Dr. Öğr. Üyesi Filiz EVRAN ACAR'a, Dr. Öğr. Üyesi Yalçın DİLEKLİ'ye içtenlikle teşekkür ederim.

Bana akademik çalışmalarımda her zaman destek olan sevgili eşim, biricik kızım ve oğluma, son olarak koşulsuz sevgi ve dualarıyla her an yanımda hissettiğim kıymetli anneme ve rahmetle andığım babama ithaf edilmiştir.

Hilmi DOğAN

ÖZET

Beşinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Ünitelerinin Bütünleşik STEM Eğitimi Yaklaşımı ile Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi

DOĞAN, Hilmi

Doktora Tezi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER
Haziran 2020, 309 sayfa

Günümüz dünyasında insanoğlunun yüzleşmek zorunda kaldığı sorunlar giderek karmaşık hale gelmiştir. Bu karmaşık sorunların çözülebilmesi disiplinler arası bilgi ve becerilerin yanı sıra 21.yüzyıl becerilerine de sahip bireyler gerektirmektedir. Bu becerilere sahip bireyleri yetiştirmek için STEM eğitiminin çözüm olabileceği düşünülmektedir. Bu doğrultuda ülkemizde 2018 yılından itibaren uygulanmaya başlayan fen bilimleri dersi öğretim programına mühendislik uygulamaları dahil edilmiş olmasına rağmen öğretmenlerin bu uygulamaları nasıl gerçekleştirebileceklerine ilişkin yetkinlikleri sınırlıdır. Bu doğrultuda araştırmanın problem cümlesi “Ortaokul beşinci sınıf fen bilimleri dersi üniteleri bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla nasıl tasarlanır, uygulanır ve değerlendirilir?” olarak belirlenmiştir. Tasarım tabanlı araştırma yöntemiyle desenlenen bu çalışma, nitel ve nicel yöntemlerin kullanılarak mevcut fen bilimleri dersi ünitelerinin bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesine ilişkin tasarım ilkelerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Aynı zamanda bu ilkeler doğrultusunda geliştirilen öğrenme modüllerinin öğrencilerin öğrenme deneyimlerini, eleştirel düşünme beceri düzeylerini, bilimsel sorgulama hakkındaki görüşlerini ve STEM mesleklerine olan ilgilerini nasıl etkilediğini ortaya çıkarmayı hedeflemiştir. Araştırma 2018- 2019 eğitim öğretim yılında Antalya ilinde bir devlet ortaokulunda öğrenimlerini sürdüren 22 beşinci sınıf öğrencisiyle yürütülmüştür. Araştırma, öğrenme modüllerinin geliştirilmesi için yol gösterici olacak bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkelerinin belirlenmesi amacıyla alanyazın taraması yapılarak uzman görüşlerinin alındığı hazırlık aşaması, hazırlık aşamasında geliştirilen öğrenme modüllerinin uygulanmasını kapsayan prototip oluşturma aşaması ve tüm sürecin bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesini kapsayan değerlendirme ve yansıtma aşaması olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Araştırmacının aynı zamanda uygulayıcı olduğu bu çalışmada nitel veriler öğrenci yansımaları, yarı yapılandırılmış görüşmeler, alan notları, bilimsel sorgulamaya yönelik

görüş anketi ve araştırmacı tarafından geliştirilen mühendislik tasarım süreci değerlendirme rubriği ile toplanmıştır. Elde edilen nitel verilerin analizi, betimsel analiz ile eşzamanlı yürütölen içerik analizi yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın nicel verilerinin toplanması araştırmacı tarafından fen bilimleri dersi içeriği kullanılarak geliştirilen iki aşamalı çoktan seçmeli eleştirel düşünme becerileri başarı testleri, STEM mesleklerine yönelik ilgi ölçeği ile gerçekleştirilmiştir. Nicel verilerin analizinde Wilcoxon işaretili sıralar testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgular bütönlöşik STEM eğitimi yaklaşımı ile tasarlanan modöller ile uygulanan derslerin, öğrencilerin içerik bilgisini ve eleştirel düşünme becerilerini arttırdığı, bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşlerini ve öğrencilerin STEM mesleklerine ilişkin ilgilerini pozitif yönde etkilediğini göstermiştir. Bununla birlikte çalışmada bütönlöşik STEM eğitimi yaklaşımıyla ilgili olarak geliştirilen tasarım ilkelerinin ve çerçevesinin mevcut fen bilimleri dersi ünitelerinin bütönlöşik STEM ünitelerine dönüştürmede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bütönlöşik STEM eğitimi, mühendislik tasarım tabanlı STEM eğitimi, eleştirel düşünme becerileri, bilimsel sorgulama, STEM kariyer ilgisi

ABSTRACT

Design, Implementation and Evaluation of Fifth Grade Science Course Units with an Integrated STEM Education Approach

DOGAN, Hilmi

Ph.D. Dissertation in Department of Mathematics and Science Education,
Science Education

Supervisor Assoc. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER

June 2020, 309 page

In today's world, the problems that human beings have to face have become increasingly complex. Solving these complex problems requires individuals with 21st-century skills, besides their interdisciplinary knowledge and skills. To educate individuals with these skills, STEM education is thought to be a remedy. Accordingly, although engineering applications are included in the science curriculum, which has been implemented since 2018 in Turkey, the teachers' competency are limited in terms of how to apply science and engineering applications. Thus, the problem statement of the research is determined as "How are the secondary school fifth-grade science course units designed, implemented and evaluated with integrated STEM education approach and what are the design principles for the process?" This study that was designed with a design-based research method, aims to determine the design principles regarding the design, implementation and evaluation of existing science course units with an integrated STEM education approach using qualitative and quantitative methods. It also aims to reveal how learning modules are developed in line with these principles affect students' learning experiences, critical thinking skills, their views on scientific inquiry and their interest in STEM professions. The research was carried out with 22 fifth grade students who continued their education in a public secondary school in the province of Antalya in the 2018- 2019 academic year. The study consists of three parts which are the preliminary research phase including the development of research learning modules based on the literature review in order to determine the design principles of integrated STEM education, the prototyping phase including the implementation of learning modules developed in preliminary phase and the assessment/reflective phase including the evaluation of the whole process with an integrated approach. In this study, in which the researcher is also a practitioner, qualitative data were carried out by students' reflections, semi-structured interviews, field notes, the questionnaire for scientific inquiry, and the analysis of the data obtained from the engineering design process evaluation rubric developed by the researcher. The analysis of

obtained qualitative data was carried out with the descriptive analysis and content analysis methods simultaneously. Quantitative data were collected using two-tier multiple-choice critical thinking skills tests based on the content of science course developed by the researcher and the scale of interest in STEM career was used. Analysis of obtained quantitative data was carried out with Wilcoxon signed-rank test. The findings indicated that the lessons applied with the modules designed with an integrated STEM education approach increased the students' content knowledge and critical thinking skills, positively affected their views on scientific inquiry, and their STEM career interest. Additionally, in this study, it was concluded that the design principles and framework developed in relation to the integrated STEM education approach are useful in converting existing science course units into integrated STEM units.

Keywords: Integrated STEM education, engineering design-based STEM education, critical thinking skills, scientific inquiry, STEM career interest

İÇİNDEKİLER

JÜRİ ÜYELERİ ONAY SAYFASI.....	iii
ETİK BEYANNAMESİ	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	viii
İÇİNDEKİLER	x
TABLOLAR LİSTESİ.....	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xvii
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xviii
BİRİNCİ BÖLÜM: GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	1
1.1.1. Problem Cümlesi	4
1.1.2. Alt Problemler	4
1.2. Araştırmanın Amacı.....	5
1.3. Araştırmanın Önemi	5
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	7
1.5. Sayıtlar.....	7
1.6. İşevuruk Tanımlar.....	8
İKİNCİ BÖLÜM: KURAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	9
2.1. Kuramsal Çerçeve.....	9
2.1.1 STEM Eğitimin Kökleri ve Türkiye'ye Yansımaları	9
2.1.2. STEM Eğitimi Yaklaşımları	11
2.1.3. STEM Disiplinlerinin Bütünleştirilmesi ve Bütünleşik STEM Eğitimi Modelleri	13
2.1.4. STEM Okuryazarlığı	17
2.1.5. Bilimsel Sorgulama ve Mühendislik Tasarım Süreci	18
2.1.6. Eleştirel Düşünme Becerileri ve STEM Eğitimi	19
2.1.7. STEM Kariyer İlgisi	21
2.1.8. Tasarım Temelli STEM Eğitimi	22
2.1.9. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve Mühendislik Tasarım Süreci.....	24

2.1.10. Bütünleşik STEM Eğitimi Yaklaşımı ile Program Ünite/Ders Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi	26
2.2. İlgili Araştırmalar	34
2.2.1. Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar	34
2.2.2. Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar.....	36
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: YÖNTEM.....	41
3.1. Araştırma Deseni	41
3.1.1. Çalışmada Kullanılan Tasarım Tabanlı Araştırma Modeli.....	47
3.1.2. Araştırmanın Hazırlık Aşaması	48
3.1.2.1 Bütünleşik STEM eğitimi ön tasarım ilkeleri.	52
3.1.3. Öğrenme Modüllerinin Geliştirilmesi	57
3.1.3.1. Biyomimikri tasarım görevi öğrenme modülünün geliştirilmesi.....	62
3.1.3.2. Şeker çantası tasarım görevi öğrenme modülünün geliştirilmesi.	65
3.1.3.3. Yelkenli Triatlonu yarışması tasarım görevi öğrenme modülünün geliştirilmesi.....	69
3.1.4. Araştırmanın Prototip Oluşturma Aşaması.....	72
3.1.5. Araştırmanın Değerlendirme ve Yansıtma Aşaması	73
3.2. Örneklem/Çalışma Grubu	73
3.3. Veri Toplama Araçları	74
3.3.1. Mühendislik Tasarım Görevi Değerlendirme Rubriği.....	74
3.3.2. Canlılar Dünyası Eleştirel Düşünme Becerileri Başarı Testi (CDED-Testi) ve Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme Eleştirel Düşünme Becerileri Başarı Testinin (KÖSED-Testi) Geliştirilmesi.....	75
3.3.3. Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüş Ölçeği- BAHGÖ (Views About Scientific Inquiry Questionnaire [VASI])	88
3.3.4. Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik Mesleklerine Yönelik İlgi Ölçeği (FeTeMM-MYİÖ).....	88
3.3.5. Öğrenci Yansımaları.....	89
3.3.6. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu.....	89
3.3.7. Araştırmacı Alan Notları	90
3.4. Veri Toplama Süreci.....	90
3.4.1. Hazırlık Aşaması Veri Toplama Süreci.....	91
3.4.2. Prototip Oluşturma Aşaması Veri Toplama Süreci	92
3.4.2.1. Biyomimikri tasarım görevine ilişkin veri toplama süreci.	92

3.4.2.2. Şeker çantası tasarım görevine ilişkin veri toplama süreci	97
3.4.2.3. Yelkenli Triatlonu yarışması tasarım görevine ilişkin veri toplama süreci	99
3.4.3. Değerlendirme ve Yansıtma Aşaması	101
3.5. Verilerin Analizi	101
3.5.1. Mühendislik Tasarım Görevi Değerlendirme Rubriğinden Elde Edilen Verilerin Analizi	103
3.5.2. CDED-Testi ve KÖSED-Testi ile Elde Edilen Verilerin Analizi.....	103
3.5.3. BAHGÖ'den Elde Edilen Verilerin Analizi	104
3.5.4. FeTeMM-MYİÖ'nden Elde Edilen Verilerin Analizi.....	104
3.5.5. Öğrenci Yansımalarından Elde Edilen Verilerin Analizi	105
3.5.6. Araştırmacının Rolü	105
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: BULGULAR ve YORUMLAR.....	106
4.1. Araştırmanın Hazırlık Aşamasından Elde Edilen Bulgular	106
4.1.1. Bütünleşik STEM Eğitimi Tasarım İlkelerinin Belirlenmesine İlişkin Elde Edilen Bulgular	106
4.1.2. Pilot Uygulamadan Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi	109
4.2. Araştırmanın Prototip Oluşturma Aşamasından Elde Edilen Bulgular	110
4.2.1. Biyomimikri Tasarım Görevi Öğrenme Modülünden Elde Edilen Bulgular	110
4.2.1.1. Biyomimikri tasarım görevi mühendislik tasarımı rubriğinden elde edilen bulgular.	110
4.2.1.2. CDED-Testi ön-test son-test puanlarından elde edilen bulgular.	112
4.2.1.3. Biyomimikri tasarım görevi öğrenci yansımalarından elde edilen bulgular.	115
4.2.2. Şeker Çantası Tasarım Görevi Öğrenme Modülünden Elde Edilen Bulgular	120
4.2.2.1. Şeker çantası tasarım görevi mühendislik tasarımı rubriğinden elde edilen bulgular.	120
4.2.2.2. Şeker çantası öğrenme modülü öğrenci yansımalarından elde edilen bulgular.	122
4.2.3. Yelkenli Triatlonu Tasarım Görevi Öğrenme Modülünden Elde Edilen Bulgular.....	127
4.2.3.1. Yelkenli Triatlonu yarışması tasarım görevi mühendislik tasarımı rubriğinden elde edile bulgular.	127

4.2.3.2. KÖSED-Testi ön-test son-test puanlarından elde edilen bulgular.....	129
4.2.3.3. Yelkenli triatlonu yarışması öğrenme modülü öğrenci yansımalarından elde edilen bulgular.....	132
4.2.4. Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüş Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular.....	136
4.2.5. STEM Mesleklerine Yönelik İlgi Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular.....	141
4.3. Araştırmanın Değerlendirme ve Yansıtma Aşamasından Elde Edilen Bulgular.....	144
BEŞİNCİ BÖLÜM: TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER.....	149
5.1. Tartışma.....	149
5.1.1. Öğrenme Hedefleri ve Arzu Edilen Çıktılara İlişkin Tartışma.....	150
5.1.2. Değerlendirmeye İlişkin Tartışma.....	152
5.1.3. Öğrenme Deneyimleri ve Öğretimin Planlanmasına İlişkin Tartışma.....	153
5.2. Sonuçlar ve Öneriler.....	157
5.2.1. Sonuçlar.....	157
5.2.2. Uygulayıcılara Yönelik Öneriler.....	158
5.2.3. Araştırmacılara Yönelik Öneriler.....	159
KAYNAKÇA.....	160
EKLER.....	179
ÖZGEÇMİŞ.....	290

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. <i>Bütünleşik STEM Modelleri</i>	15
Tablo 2.2. <i>Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı Alana Özgü Beceriler</i>	25
Tablo 3.1. <i>Bir Araştırma Önerisinin Tipik Unsurlarına Karşı Haritalanmış Tasarım Temelli Araştırmanın Aşamaları</i>	43
Tablo 3.2. <i>Tasarım Tabanlı Araştırma Doktora Tez Çalışmaları İçin İlkeler</i>	44
Tablo 3.3. <i>Araştırmada Yapılan Çalışmalar ve Çalışma Takvimi</i>	48
Tablo 3.4. <i>Bütünleşik STEM Eğitimi Hedefleri ve Arzu Edilen Sonuçlar</i>	52
Tablo 3.5. <i>Bütünleşik STEM Eğitimi Değerlendirme Yaklaşımları</i>	54
Tablo 3.6. <i>Bütünleşik STEM Eğitimi Öğrenme Deneyimleri ve Öğretimin Planlanması</i>	55
Tablo 3.7. <i>Biyomimikri Tasarım Görevi Arzu Edilen Çıktıların Belirlenmesi</i>	63
Tablo 3.8. <i>Kabul Edilebilir Kanıtların Belirlenmesi</i>	64
Tablo 3.9. <i>Şeker Çantası Tasarım Görevi Arzu Edilen Çıktıların Belirlenmesi</i>	66
Tablo 3.10. <i>Kabul Edilebilir Kanıtların Belirlenmesi</i>	67
Tablo 3.11. <i>Yelkenli Triatlonu Yarışması Tasarım Görevi Arzu Edilen Çıktıların Belirlenmesi</i>	69
Tablo 3.12. <i>Kabul Edilebilir Kanıtların Belirlenmesi</i>	71
Tablo 3.13. <i>Eleştirel Düşünme Becerilerinin Alt Unsurları Yorumlama, Analiz, Çıkarımda Bulunma</i>	76
Tablo 3.14. <i>CDED-Testi Eleştirel Düşünme Becerileri ve Fen Bilimleri İçeriği</i>	78
Tablo 3.15. <i>KÖSED-Testi Eleştirel Düşünme Becerileri ve Fen Bilimleri İçeriği</i>	79
Tablo 3.16. <i>Maddelerin Dereceli Puanlama Anahtarı</i>	80
Tablo 3.17. <i>CDED-Testi İçerik Geçerliği</i>	82
Tablo 3.18. <i>KÖSED- Testi İçerik Geçerliği</i>	83
Tablo 3.19. <i>CDED-Testi ve KÖSED-Testi Verilerinin Faktör Yapısına Uygunluğu</i>	86
Tablo 3.20. <i>CDED-Testi ve KÖSED-Testi için AFA Sonuçları</i>	87
Tablo 3.21. <i>BAHGÖ'de Yer Alan Bilimsel Araştırma Boyutlarının Sorulara Yönelik Analizi</i>	104
Tablo 4.1. <i>Biyomimikri Tasarım Görevi Rubriğinden Elde Edilen Veriler</i>	111
Tablo 4.2. <i>CDED-Testi Tanımlayıcı İstatistikler</i>	114
Tablo 4.3. <i>CDED-Testi Ön Test Son Test Puanları Arasındaki Farka İlişkin Wilcoxon İşaret Sıralamaları Testi Sonuçları</i>	115

Tablo 4.4. <i>CDED-Testi Alt Düşünme Becerileri Ön Test Son Test Puanları Arasındaki Farka İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları</i>	114
Tablo 4.5. <i>Model/Prototip Yapımında Öğrencilerin Karşılaştıkları Zorluklar</i>	115
Tablo 4.6. <i>Model/Prototip Yapımında Öğrencilerin Karşılaştıkları Zorlukları Çözüm Yolları</i>	116
Tablo 4.7. <i>Öğrencilerin Çalışmada Öğrendikleri</i>	117
Tablo 4.8. <i>Öğrencilerin Çalışmada Sevdikleri</i>	118
Tablo 4.9. <i>Öğrencilerin Çalışmada Neleri Sevmedikleri</i>	119
Tablo 4.10. <i>Öğrencilerin Çalışmada Değiştirilmek İstedikleri</i>	120
Tablo 4.11. <i>Şeker Çantası Tasarım Görevi Rubriğinden Elde Edilen Veriler</i>	121
Tablo 4.12. <i>Model/Prototip Yapımında Öğrencilerin Karşılaştıkları Zorluklar</i>	122
Tablo 4.13. <i>Model/Prototip Yapımında Öğrencilerin Karşılaştıkları Zorlukları Çözüm Yolları</i>	123
Tablo 4.14. <i>Öğrencilerin Çalışmada Öğrendikleri</i>	124
Tablo 4.15. <i>Öğrencilerin Çalışmada Sevdikleri</i>	125
Tablo 4.16. <i>Öğrencilerin Çalışmada Neleri Sevmedikleri</i>	126
Tablo 4.17. <i>Öğrencilerin Çalışmada Değiştirmek İstedikleri</i>	126
Tablo 4.18. <i>Yelkenli Triatlonu Tasarım Görevi Rubriğinden Elde Edilen Veriler</i>	128
Tablo 4.19. <i>KÖSED-Testi Tanımlayıcı İstatistikler</i>	129
Tablo 4.20. <i>KÖSED-Testi Ön Test Son Test Puanları Arasındaki Farka İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları</i>	130
Tablo 4.21. <i>KÖSED-Testi Alt Düşünme Becerileri Ön Test Son Test Puanları Arasındaki Farka İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları</i>	131
Tablo 4.22. <i>Model/Prototip Yapımında Öğrencilerin Karşılaştıkları Zorluklar</i>	132
Tablo 4.23. <i>Model/Prototip Yapımında Öğrencilerin Karşılaştıkları Zorlukları Çözüm Yolları</i>	133
Tablo 4.24. <i>Öğrencilerin Çalışmada Öğrendikleri</i>	133
Tablo 4.25. <i>Öğrencilerin Çalışmada Sevdikleri</i>	134
Tablo 4.26. <i>Öğrencilerin Çalışmada Sevmedikleri</i>	135
Tablo 4.27. <i>Öğrencilerin Çalışmada Değiştirilmek İstedikleri</i>	135
Tablo 4.28. <i>Ortaokul Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Araştırmanın Boyutlarına İlişkin Görüşleri Ön-Test, Son-Test Sonuçları</i>	136
Tablo 4.29. <i>Ortaokul Beşinci Sınıf Öğrencilerinin BAHGÖ Ön-Test, Son-Test Puanları Arasındaki Farka İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları</i>	140

Tablo 4.30. <i>STEM Mesleklerine Yönelik İlgil Ölçeği Ön Test Son Test Puanları Arasındaki Farka İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları</i>	141
Tablo 4.31. <i>Fen Bölümü Ön-test Son-test Sonuçları</i>	142
Tablo 4.32. <i>Matematik Bölümü Ön-test Son-test Sonuçları</i>	142
Tablo 4.33. <i>Teknoloji Bölümü Ön-test Son-test Sonuçları</i>	143
Tablo 4.34. <i>Mühendislik Bölümü Ön-test Son-test Sonuçları</i>	143
Tablo 4.35. <i>Öğrenme Modüllerinden Elde Edilen Öğrenci Yansımalarına İlişkin Bulgular</i>	146

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. STEM öğrenmesi için kavramsal çerçeve grafiği	14
Şekil 2.2. STEM eğitimi yaklaşımları	17
Şekil 2.3. Bütünleşik STEM eğitiminin genel özelliklerini ve alt bileşenlerini gösteren tanımlayıcı çerçeve	27
Şekil 2.4. STEM entegrasyon aşamaları	29
Şekil 2.5. STEM program şeması.....	30
Şekil 2.6. Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi	31
Şekil 2.7. STEM Çemgisi.....	32
Şekil 2.8. Tasarım temelli fen eğitim süreci.....	33
Şekil 3.1. Sistemik tasarım döngülerinin yinelemesi	42
Şekil 3.2. Doktora tez araştırması diyagramı	45
Şekil 3.3. Araştırmada kullanılan TTA modeli	47
Şekil 3.4. Tersine tasarım süreçleri	51
Şekil 3.5. Mühendislik tasarım süreci basamakları ekseninde yapılandırılan fen eğitimi ...	60
Şekil 3.6. Massachusetts mühendislik tasarımı döngüsü (Massachusetts DOE, 2006, s.84)...	61
Şekil 3.7. Araştırmada kullanılan mühendislik tasarım temelli fen eğitimi modeli.....	61
Şekil 3.8. CDED-Testi madde istatistik grafiği.....	85
Şekil 3.9. KÖSED- Testi madde istatistik grafiği	85
Şekil 4.1. Online hayali canlı tasarımı	112
Şekil 4.2. Tasarım görevi taslak çizim	112
Şekil 4.3. Tasarım görevi model/prototip oluşturma.....	112
Şekil 4.4. Model/prototip	112
Şekil 4.5. CDED-Testi ön test son test ortalama başarı puanları	113
Şekil 4.6. Canlıların sınıflandırılması etkinliği	119
Şekil 4.7. Canlıların yapı ve fonksiyonlarına ilişkin araştırma	119
Şekil 4.8. STEM kariyer bilincine yönelik etkinlik	125
Şekil 4.9. Öğrenci tasarımlarından bir örnek	125
Şekil 4.10. Tasarım görevine yönelik çalışmalar	129
Şekil 4.11. Yelkenli trialonu yarış platformu	129
Şekil 4.12. KÖSED-Testi ön test son test ortalama başarı puanları.....	130
Şekil 4.13. Bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri	145
Şekil 4.14. Tasarım görevi rubriğinden alınan puanların modüllere göre karşılaştırılması	142

SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ

AAAS	: The American Association for the Advancement of Science
CDED-Testi	: Canlılar Dünyası Ünitesi Eleştirel Düşünme Becerileri Başarı Testi
FeTeMM	: Fen Teknoloji Mühendislik Matematik
ITEA	: International Technology Education Association
ITEEA	: International Technology and Engineering Educators Association
KÖSED-Testi	: Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme Ünitesi Eleştirel Düşünme Becerileri Başarı Testi
MEB	: Millî Eğitim Bakanlığı
NEA	: National Education Association
NGSS	: Next Generations Science Standards
NRC	: National Research Council
NSF	: National Science Foundation
OECD	: The Organisation for Economic Co-operation and Development
PISA	: The Programme for International Student Assessment
STEM	: Science Technology Engineering Mathematics
TIMSS	: Trend in International Mathematic and Science Study
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği

BİRİNCİ BÖLÜM: GİRİŞ

Bu bölümde, problem durumu, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın amacı, önemi ve sınırlılıklarına, sayılılar, tanımlara yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

İlk insanın ortaya çıkmasından günümüze kadar insanoğlunun karşılaştığı sorunlar gittikçe karmaşık hale gelmiştir. Bu sorunlar sadece tüm insanlığı tehdit eden çevre kirliliği, ormanların yok edilmesi, aşırı nüfus artışı, küresel iklim değişikliği gibi uluslararası iş birliği gerektiren sorunlar değil, aynı zamanda 21. yy. insanının her gün karşılaştığı sorunlar olarak ortaya çıkmaktadır. Birçok farklı faktörle ilişkili olan karmaşık problem çözme süreci problemi iyi tanımlamayı, beklenen hedefleri ve problemin çözülmesi durumunda ulaşılabilecek sonuçların tanımlanmasını gerektirir (Nair ve Ramnarayan, 2000).

Değişen insan ihtiyaçları ve çözüm bekleyen karmaşık sorunlar farklı becerilere sahip bireyler yoluyla çözülebilir. Aynı zamanda değişen insan ihtiyaçları ve küresel sorunlara çözüm üretmek STEM (fen, teknoloji, matematik, mühendislik) alanında iyi yetişmiş insan gücüyle sağlanabilir. Ancak STEM alanında ihtiyaç duyulan insan gücüne olan ihtiyaç gittikçe artmasına rağmen (Amerikan Bilim Geliştirme Derneği [The American Association for the Advancement of Science [AAAS]], 1990; Avrupa Komisyonu [European Commission [EC]], 2004; Rocard ve diğ., 2007; Yeni Nesil Fen Standartları [Next Generation Science Standards [NGSS Lead States]], 2013; Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2016) bu alanda meslek sahibi olmak isteyen öğrenci sayısı giderek azalmaktadır (Avrupa Komisyonu [European Commission [EC]], 2004).

Ülkeler arasında süregelen ekonomik rekabet son yıllarda çok hızlı bir şekilde yükselişe geçmiştir. Bunun bir sonucu olarak öncelikle Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) iş dünyasının ve politika üreticilerinin, ülkenin ekonomik ve politik alanda sahip olduğu lider pozisyonunu sürdürebilme potansiyeli bakımından endişelenmelerine yol açmıştır. Bu endişelerin sonucunda 1990 yıllarda STEM eğitimi fikri ortaya çıkmış, başta ABD olmak üzere birçok ülkenin eğitim sistemlerinde büyük bir devinimle bu reform sürdürülmeye çalışılmaktadır (Dugger, 2010).

STEM eğitimi yaklaşımı tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de sadece eğitimcileri değil iş dünyasını da etkisi altına almıştır. İstanbul Aydın Üniversitesi tarafından "STEM Eğitimi Türkiye Raporu: Günün Modası mı Yoksa Gereksinim mi?" (Akgündüz ve diğ., 2015); MEB (2016) tarafından "STEM Eğitimi Raporu"; Türk Sanayici ve İş insanları

Derneğinin [TÜSİAD] öncülüğünde başlatılan STEM projesi kapsamında PricewaterhouseCoopers (PwC) (2017) tarafından hazırlanan “2023’e doğru Türkiye’de STEM Gereksinimi” raporları yayımlanmış, tüm raporlarda ülkemizde STEM eğitime geçilmesi gerekliliği vurgulanmıştır.

Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]) tarafından 15 yaş grubundaki öğrencilere üç yılda bir matematik, fen ve okuma alanında Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (The Programme for International Student Assessment [PISA]) sınavı uygulanmaktadır. Temel amacı, öğrencilerin okulda öğrendikleri bilgi ve becerileri, günlük yaşamda kullanma becerisini ölçmek olan PISA’da yer alan “fen okuryazarlık terimi ile öğrencilerin fen alanında bildiklerinin yanı sıra bunlarla ne yapabildiği ve bilimsel bilgiyi gerçek hayatta yaratıcı bir şekilde nasıl uygulayabildiği değerlendirilmektedir” (Taş, Arıcı, Ozarkan ve Özgürlük, 2016, s.14). Ağırlıklı olarak ele alınan fen okuryazarlığı için; olguları bilimsel olarak açıklama, bilimsel sorgulama yöntemi tasarlama ve değerlendirme, verileri ve bulguları bilimsel olarak yorumlama olmak üzere üç yeterlik tanımlanmıştır. PISA 2015 uygulaması kapsamındaki fen okuryazarlığı performansı genel ortalama puanı 465 iken ülkemizin bu alandaki genel ortalama puanı 425 ile 72 ülke arasında 54. sırada yer almıştır. Bununla birlikte yedi yeterlik düzeyinden oluşan PISA fen okuryazarlığı seviyesinde ülkemiz öğrencilerinin %44’ü temel yeterlik düzeyine ulaşamamıştır. PISA 2015’de fen okuryazarlığında beşinci düzey ve üstünde (üst yeterlik düzeyi) bulunan öğrenci oranları tüm ülkeler için %5,3, OECD ülkeleri için %7,8 ve Türkiye için %0,3’tür (Taş ve diğ., 2016). Matematik okuryazarlığına ilişkin sonuçlar da fen okuryazarlığına ilişkin sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Uluslararası Matematik ve Bilim Çalışmalarında Eğilimler (Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS]), Uluslararası Eğitimsel Değerlendirme Derneği (International Association for the Evaluation of Educational Assessment [IEA]) tarafından yürütülen ve dört yılda bir gerçekleşen tarama çalışmasıdır. Müfredatı temel alan TIMSS “öğrencilerin ne bildiğini ölçmektedir”, bilimsel okuryazarlığa odaklanan PISA ise günlük yaşamda “bu bilgiler ile neler yapabildiklerini ölçmeye odaklıdır” (Eurydice, 2011, s.13). TIMSS araştırmasına ülkelerin 4. ve 8. sınıf öğrencileri dâhil edilerek, öğrencilerin çok yönlü bilgi ve becerilerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Her ne kadar son yıllarda ülkemizin ortalama puanının da artış olsa da PISA 2015 sınav sonuçlarında olduğu gibi 2015 TIMSS sınav sonuçları da hem fen hem matematik alanında ülkemiz ortalaması genel ortalamasının altındadır. Her iki sınavın sonucu sadece eğitimciler tarafından değil aynı

zamanda politikacılar ve iş dünyası tarafından da yakından takip edilmektedir. MEB'e (2016) göre "TIMSS ve PISA gibi sınavların sonuçlarının daha iyi hale gelebilmesi için ülkemizde STEM eğitiminin öncelikli olarak ele alınması gerekmektedir" (s.24).

Ülkemizde yayımlanan raporlar ve uluslararası sınavlar STEM eğitiminin gerekliliğini işaret etmekte, STEM eğitime geçiş için öğretim programları yenilenmektedir (MEB, 2017; MEB, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d). Ancak öğretim programlarının uygulayıcıları olan öğretmenler için ayrı disiplinler halinde öğretimin devam ettiği sınıflarda STEM eğitimi yaklaşımıyla bir ünitenin tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesinin etkili bir şekilde nasıl yapılacağına ilişkin belirsizlik sürmektedir.

Fen bilimleri öğretim programında bilim, mühendislik ve teknolojiye yönelik uygulamalardaki amacın "öğrencilerin mühendislik ve bilim arasındaki bağlantıyı kurmalarına, disiplinler arası etkileşimi anlamalarına ve öğrendiklerini yaşantısal hâle getirerek dünya görüşü geliştirmelerine yardımcı olmaktır" (MEB, 2018a, s.10) şeklinde açıklanmış, ülkemizin bilimsel araştırma ve teknolojik gelişme kapasitesi, sosyoekonomik kalkınması ve rekabet gücünü arttırmak için öğrencilerin fen ve mühendislik uygulamaları içerisinde yer almaları gerektiğine vurgu yapılmıştır.

Her ne kadar fen bilimleri dersi öğretim programında öğretmenin rehberliğinde öğrencilerden bilimsel bilgiyi mühendislik uygulamalarıyla bütünleştirerek ürüne dönüştürmelerinin beklendiği (MEB, 2018a) belirtilse de ortaya konulan çalışmalar fen bilimleri dersi öğretmenlerinin mühendislik tasarım becerileri hakkında yeterli bilgi sahibi olmadığını göstermektedir. (Koç ve Kayacan, 2018; Özbilen, 2018; Özcan ve Düzgünoğlu, 2017; Özcan, Oran ve Arık, 2018; Saraç ve Yıldırım, 2019; Ural-Keleş, 2018). Saraç ve Yıldırım (2019) fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları ile teknoloji ve matematiğin hangi düzeyde ve ne şekilde fen derslerinde yer alacağı konusunda öğretmenlere yeterli yönlendirmenin yapılmadığına vurgu yapmaktadır. Bu durum öğretmenlerin sınıflarının kapısını kapattıktan sonra derslerinde yaptıkları, yani yürütülen müfredat ile yürütülmesi istenen müfredatın birbirinden farklı (Schugurensky, 2002) olmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak aynı okulun farklı şubelerinde bile farklı müfredatlar yürütülmektedir.

Dolayısıyla öğretmenlerin bütünlük STEM eğitimi yaklaşımıyla fen bilimleri dersi öğretim programı doğrultusunda öğretme ve öğrenme etkinliklerini tasarlamak, uygulamak ve değerlendirmek için tasarım ilkelerinin belirlenmesine ihtiyaç duyduğu açıktır. Bununla birlikte fen bilimleri dersi ünitelerinin bütünlük STEM eğitimi yaklaşımı ile tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesine ilişkin kullanışlı bir çerçeve oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

1.1.1. Problem Cümlesi

Araştırmanın problem cümlesi; “Ortaokul beşinci sınıf fen bilimleri dersi üniteleri bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla nasıl tasarlanır, uygulanır ve değerlendirilir?” olarak belirlenmiş, problem cümlesi doğrultusunda araştırmanın alt problemleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

1.1.2. Alt Problemler

1. Ortaokul beşinci sınıf fen bilimleri dersi ünitelerinin bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesine yönelik tasarım ilkeleri nelerdir?

2. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan öğrenme modülleri öğrencilerin mühendislik tasarım süreci becerilerini nasıl etkiler?

a. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan biyomimikri tasarım görevi öğrenme modülü öğrencilerin mühendislik tasarım süreci becerilerini nasıl etkiler?

b. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan şeker çantası tasarım görevi öğrenme modülü öğrencilerin mühendislik tasarım süreci becerilerini nasıl etkiler?

c. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan yelkenli triatlonu yarışması tasarım görevi öğrenme modülü öğrencilerin mühendislik tasarım süreci becerilerini nasıl etkiler?

3. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan öğrenme modülleri öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini farklılaştırmakta mıdır?

a. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan biyomimikri tasarım görevi öğrenme modülü öğrencilerin CDED-Testinden aldıkları puanları farklılaştırmakta mıdır?

b. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan şeker çantası ve yelkenli tasarım görevi öğrenme modülleri öğrencilerin KÖSED-Testinden aldıkları puanları farklılaştırmakta mıdır?

4. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan öğrenme modülleri öğrencilerin bilimsel sorgulama hakkındaki görüş ölçeğinden aldıkları puanları farklılaştırmakta mıdır?

5. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan öğrenme modülleri öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgi ölçeğinden aldıkları puanları farklılaştırmakta mıdır?

6. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan öğrenme modülleri öğrencilerin öğrenme deneyimlerini nasıl etkiler?

- a. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan biyomimikri öğrenme modülü öğrencilerin öğrenme deneyimlerini nasıl etkiler?
- b. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan şeker çantası öğrenme modülü öğrencilerin öğrenme deneyimlerini nasıl etkiler?
- c. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan yelkenli triatlonu öğrenme modülü öğrencilerin öğrenme deneyimlerini nasıl etkiler?

1.2. Araştırmanın Amacı

Tasarım tabanlı araştırma yöntemiyle desenlenen bu çalışma fen bilimleri dersi ünitelerinin bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesini hedeflemekle birlikte bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla bir program, ünite ya da dersin geliştirilmesindeki temel tasarım ilkelerini keşfetmektir. Bu bağlamda bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan ve uygulanan öğrenme modüllerinin öğrencilerin öğrenme deneyimlerini, eleştirel düşünme becerilerini, bilimsel sorgulamaya yönelik görüşlerini, mühendislik tasarım süreci becerilerini ve STEM mesleklerine ilgilerini nasıl etkilediğini belirlemeyi amaçlamaktadır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Son yıllarda STEM eğitime yönelik çok sayıda bilimsel çalışma yapılmasına rağmen bu alandaki en büyük sorun STEM eğitiminin tanımına ilişkin ortak bir görüş üzerinde uzlaşamamış olmasıdır (Johnson, Mohr- Schroeder, Moore ve English, 2020). Özellikle disiplinlerin entegrasyonuna ilişkin birçok farklı görüş ve uygulamalardaki farklılıklar nedeniyle STEM eğitiminin okullarda ve sınıflarda nasıl uygulanacağı açıkça belirtilmemiştir (Johnson ve diğ., 2020). STEM disiplinlerinin arasındaki entegrasyonun ne şekilde yapılacağına ve hangi yöntemin daha fazla olumlu sonuçlar ortaya çıkaracağına ilişkin elde edilen kanıtların yetersizliği (Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014) nedeniyle STEM eğitiminin sınıflarda nasıl uygulanacağı öğretmenler için belirsizlik olarak devam etmektedir.

Buna rağmen giderek artan sayıda ülke öğretim programlarını STEM eğitimi yaklaşımı doğrultusunda ya revize etmekte ya da yeniden yapılandırmaktadır. Dünyadaki gelişmelere paralel olarak ülkemizdeki eğitim politikalarını da etkisi altına alan STEM eğitimi hakkında, MEB (2016) tarafından yayımlanan rapor ile STEM eğitime geçiş için planlanan hazırlıklar ve bu geçişe yönelik öneriler aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

Ülkemizde STEM eğitimine geçiş için öncelikle ilköğretim ve ortaöğretim Fen ve Matematik eğitimi öğretim programlarında yer alan ders içerikleri STEM ders etkinliklerine zaman kalacak biçimde azaltılmalı ve sınav sistemi buna göre şekillendirilmeli, öğrencilerin sorgulama, araştırma yapma, ürün geliştirme ve buluş yapma gibi üst düzey becerileri ön plana çıkarılmalıdır. Okullardaki fen laboratuvarları STEM eğitimine uygun biçimde yeniden düzenlenmeli ve okullara STEM eğitimi öğretim programlarına uygun ders materyalleri sağlanmalıdır (MEB., 2016, s.42).

Bu doğrultuda 2017 yılından itibaren fen bilimleri dersi öğretim programları değiştirilmiştir. 2017 yılında uygulanmaya başlayan yeni fen bilimleri dersi programında bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri ile fen ve mühendislik becerileri de yer almış; fen bilimleri ile diğer disiplinleri bütünleştirerek, teorik bilgilerini ve becerilerini uygulamaya ve ürüne dönüştürme sürecini yönetebilen bireylerin yetişmesinin hedeflendiği belirtilmiştir (MEB, 2017). Fen bilimleri dersi öğretim programında ilk kez karşımıza çıkan fen ve mühendislik uygulamaları programın son ünitesi olarak yer almıştır. 2018 yılında program revize edilerek fen ve mühendislik uygulamalarının programda yer alan her ünite içerisinde eğitim öğretim yılı süresince bilim uygulamalarıyla birlikte yürütülmesi gerektiği belirtilmiştir MEB (2018a).

STEM eğitimine geçişin bir ön aşaması olduğu düşünülen program değişiklikleri önemli bir adım olmakla beraber yapılan çalışmalar öğretmenlerin bu alandaki bilgilerinin sınırlı olduğunu göstermektedir (Koç ve Kayacan, 2018; Özbilen, 2018; Özcan ve Düzgünoğlu, 2017; Özcan ve diğ., 2018; Saraç ve Yıldırım, 2019; Ural-Keleş, 2018). Bununla birlikte, Guzey, Tank, Wang, Roehrig ve Moore (2014) öğretmenlerin müfredat entegrasyonunu yaparken birçok zorlukla karşılaştıklarını özellikle doğası nedeniyle fizik bilimi sınıflarında yaşam bilimlerine göre daha fazla STEM aktivitesinin bulunduğunu, bunun nedeni olarak da yaşam bilimleri kavramlarının mühendislik tasarımı ile bütünleşmesinin zor olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada mevcut fen bilimleri öğretim programı içerisinde yer alan canlılar dünyası ile kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitelerinin STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu anlamda öğretmenlerin bu alanda karşılaştıkları sorunları çözmelerine yardımcı olacak bütünsel STEM eğitimi tasarım ilkeleri geliştirilmiş ve bu doğrultuda öğrenci öğrenme modülleri tasarlanmıştır.

Yeni nesil fen standartlarında (NGSS Lead States, 2013) eleştirel düşünme, STEM eğitiminin bir sonucu olarak öğrencilerin gelecekteki kariyer ilerlemesiyle tutarlı bir şekilde ilişkilendirilen 21. yüzyıl becerilerinden biridir. Tasarlanan modüller içerisinde yer alan etkinliklere eleştirel düşünme becerilerinin entegrasyonu sağlanarak, hazırlanan

çalışma kağıtları yoluyla düşünme becerileri görünür kılınmaya çalışılmıştır. Bununla birlikte bilimsel sorgulama ve mühendislik tasarım süreç becerileri modüllerin her aşamasına nüfuz edecek şekilde düzenlenmiştir. Öğrenme modüllerinin mühendislik süreci başlangıç problemini oluşturan senaryolar ve tasarım sürecinde öğrencilere STEM mesleklerine yönelik görevler verilerek bu alandaki ilgileri arttırılmaya çalışılmıştır.

Bu anlamda mevcut fen bilimleri dersi ünitelerinin bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi sürecini kapsayan bu çalışmanın öncelikle öğretmenlerin fen bilimleri derslerini bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlarken karşılaştıkları sorunları ve zorlukları çözmelerine fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte çalışmanın diğer odak noktaların geliştirilen öğrenme modüllerinin öğrencilerin öğrenme deneyimlerine, eleştirel düşünme becerilerine, bilimsel sorgulama hakkındaki görüşlerine ve STEM mesleklerine olan ilgilerini nasıl etkilediğidir. Bu doğrultuda çalışmanın alanyazına katkı da bulunacağı düşünülmektedir.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırma ortaokul fen bilimleri deriş beşinci sınıf Canlılar Dünyası ile Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünmenin Etkileri üniteleri ile sınırlıdır.
2. Araştırma 2018-2019 eğitim öğretim yılında Antalya ilinin Döşemealtı ilçesinde bulunan bir devlet ortaokulunun beşinci sınıfında öğrenimlerini sürdüren 22 öğrencisiyle sınırlıdır.
3. Araştırma Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan, uygulanan ve değerlendirilen ünitelerin uygulanması sürecinde öğrencilerin uygulamaya ilişkin görüşleri, eleştirel düşünme becerilerinin ölçülmesi, bilimsel sorgulama hakkındaki görüşleri, STEM mesleklerine ilgilerinin ölçülmesi ile sınırlıdır.
4. Çalışma ilgili alanyazında bulunan bütünleşik STEM eğitimi tanımları ve STEM eğitimi yaklaşımı uygulamaları ile sınırlıdır.

1.5. Sayıtlar

1. Araştırmaya katılan öğrencilerin çalışmada kullanılan ölçme araçlarında yer alan sorulara içten ve samimi cevaplar verdikleri,
2. Araştırma sürecinde kontrol alınamayan dış faktörlerin çalışma grubundaki öğrencileri eşit olarak etkilediği varsayılmaktadır.

1.6. İşevuruk Tanımlar

STEM: Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) kelimelerinin baş harflerinin kısaltmasından oluşur (Gonzalez ve Kuenzi, 2012).

Bütünleşik STEM Eğitimi: “STEM entegrasyonu dört disiplin arasındaki engelleri kaldıran, disiplinler arası bir öğretim yöntemidir” (Wang, Moore, Roehning ve Park, 2011, s.2).

Mühendislik Tasarım Temelli STEM Eğitimi: Mühendislik tasarımına dayalı STEM entegrasyonu, mühendislik tasarımından oluşan öğrenme hedeflerinin ve aynı sınıf etkinliği, ünitesi veya öğrenciler için öğrenme deneyimindeki diğer STEM disiplinlerinden en az birinin kullanılması olarak tanımlanır (Tank, Rynearson ve Moore, 2018). STEM entegrasyonundaki öğrenme deneyimlerindeki mühendislik tasarım zorluğu, diğer tüm konular için bütünleştirici görevi görür (Grubbs ve Strimel, 2015; Moore, ve diğ., 2014).

Mühendislik Tasarımı: "Tasarımcıların, biçimi ve işlevi müşterilerin hedeflerini veya kullanıcıların ihtiyaçlarını belirli bir dizi kısıtlamayı karşılarken elde eden cihazlar, sistemler veya süreçler için kavramlar ürettiği, değerlendirdiği ve belirlediği sistematik, akıllı bir süreçtir” (Dym, Agogino, Eris, Frey ve Leifer, 2005, s.104).

STEM Okuryazarlığı: STEM okuryazarlığı, bireylerin STEM ile ilgili kişisel, sosyal ve küresel sorunlara yönelik kavramsal anlayışları ve yöntemsel beceri ve yetenekleri içerir. STEM okuryazarlığı, STEM disiplinlerinin ve birbiriyle ilişkili dört ve tamamlayıcı bileşenin entegrasyonunu içerir” (Bybee, 2010, s.31).

Eleştirel Düşünme: Eleştirel düşünme “yorumlama, analiz, değerlendirme ve çıkarsama ile sonuçlanan ve bu kararın dayandığı kanıtsal, kavramsal, metodolojik, eleştirel veya bağlamsal düşüncelerin açıklanmasıyla sonuçlanan maksatlı, özdenetim yargısı” (Facione (1990, s.2)

Öğrenciler: Antalya ili, Döşemealtı ilçesinde bir ortaokulda öğrenimlerini sürdüren 22 beşinci sınıf öğrencilerini ifade etmektedir.

CDED-Test: Beşinci sınıf fen bilimleri dersi canlılar dünyası ünitesi içeriği kullanılarak analiz, yorumlama ve çıkarımda bulunma eleştirel düşünme alt becerilerini kapsayan çoktan seçmeli iki aşamalı test.

KÖSED-Test: Beşinci sınıf fen bilimleri dersi kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesi içeriği kullanılarak analiz, yorumlama ve çıkarımda bulunma eleştirel düşünme alt becerilerini kapsayan çoktan seçmeli iki aşamalı test.

İKİNCİ BÖLÜM: KURAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde STEM eğitime ilişkin kuramsal çerçeve ve ilgili araştırmalar çalışmanın amacına uygun olarak sunulmuştur.

2.1. Kuramsal Çerçeve

STEM eğitimi, STEM okuryazarlığı, STEM kariyer ilgisi, bilimsel sorgulama ve eleştirel düşünme çalışmanın teorik çerçevesini oluşturmaktadır.

2.1.1 STEM Eğitimin Kökleri ve Türkiye'ye Yansımaları

Ostler'e (2012) göre, STEM eğitimi fikri yeni olmayıp günümüz fen müfredatının temelleri Harvard Committee of Ten'in 1894 yılındaki çalışmalarına dayanmaktadır. Matematik ve fen içeriğinin öğrenilen şey için faydalı bağlantılar sağlanarak bütünleştirilmesi fikri Eliot ve diğerleri tarafından 1892 yılında tarım okul sistemini standartlaştırmanın bir yolu olarak ortaya konmuştur (Ostler, 2012). Komite, Ulusal Eğitim Derneği (National Educational Association [NEA]) için hazırlanan "The Report of the Committee of Ten on Secondary School Studies" isimli raporunda iyi bir sanayi okulu sisteminin yönlerini öğrenciler için mükemmelliği teşvik edecek daha kapsamlı bir bilgi sağlayacak genelleştirilmiş beceriler seti olarak tanımlamışlardır (Eliot ve diğ., 1892).

STEM ile ilgili alanlara büyük bir etkisi olan 1941 yılında Pearl Harbour saldırısı ile başlayan savaş, STEM alanında yetişmekte olan birçok genç bilim insanının ölümüne yol açmıştır. Bununla birlikte askere alım sürecinde birçok Amerikalının akıl yürütme ve okur-yazarlık becerilerinde birçok eksikliği de ortaya çıkarmıştır (Scott ve Sarkees-Wircenski, 1996). Savaş sonrasında 1950 yılında "bilimdeki ilerlemeyi teşvik etmek, ulusal sağlığı, zenginliği ve refahı geliştirmek, ulusal savunmayı korumak ..." amacıyla kurulan Ulusal Bilim Vakfı (The National Science Foundation, [NSF]), ABD'de STEM alanındaki gelişmelere çok büyük etkisi olmuştur.

4 Ekim 1957 yılında Rus uydusu Sputnik'in uzaya fırlatılması ABD'nde derin bir kaygıya neden olmuş Başkan Eisenhower bu olay sonrasında yaptığı konuşmasında Sovyetler Birliği'nde mühendis ve bilim insanı sayısının ABD'deki sayıdan fazla olduğunu ve on yıl içerisinde çok sayıda bilim insanına ihtiyaç duyacaklarını ve sadece federal hükümetin değil tüm vatandaşlarının bu sorumluluğu almaları gerektiğine dair Amerikalılara çağrıda bulunmuştur. 1958'de başkan Eisenhower tarafından Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesinin (NASA) kurulmasını önerilmiş ve sonucunda bir uzay programı başlatılmıştır (Şahin, 2015).

ABD’de fen ve matematik eğitiminde kaliteyi artırma çabaları 1990’lara gelindiğinde çağdaş anlamda STEM eğitimi anlayışının ortaya çıkmasıyla sonuçlanmıştır. 1990’larda ilk kez ABD’de NSF tarafından “science, mathematics, engineering ve technology” kısaltması olarak SMET kullanılmaya başlanmış, ancak bir NSF sorumlusu SMET kısaltmasının argo bir kelime olan smut, olarak algılanmasına ilişkin yakınmasından dolayı STEM kısaltması kullanılmaya başlanmıştır (Sanders, 2009). STEM eğitimi alanında belki de en belirgin değişiklik 2012 yılında K- sınıfları için fen ve mühendislik uygulamalarının bir boyut olarak vurgulandığı ABD’de yeni nesil fen standartlarının (NGSS Lead States, 2013) temelini oluşturan Ulusal Araştırma Konseyi (National Research Council [NRC], 2012) tarafından geliştirilen “K-12 Fen Eğitimi İçin Bir Çerçeve” dökümanının yayınlanmasıdır.

ABD’de ortaya çıkan ve bir eğitim politikası haline gelen STEM eğitimi ile ilgili olarak Türkiye’de yapılan çalışmalar özellikle son yıllarda büyük bir ivme kazanmıştır. İlk olarak Kayseri Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından dört pilot okulda 2013 yılında başlatılan STEM projeleri kısa sürede 22 okula yaygınlaştırılmıştır. Bununla birlikte hem MEB hem de özel üniversiteler ve çeşitli kuruluşlar tarafından yayımlanan raporlarla (Akgündüz ve diğ., 2015; MEB, 2016; PwC, 2017) ülkemizde STEM eğitime geçilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır. MEB ile Avrupa okul ağı arasında yapılan sözleşme gereği 2014 yılından itibaren temel hedefi STEM eğitimi yaygınlaştırmak olan Scientix Projesi (MEB, 2020) merkezi hizmet içi faaliyetler yoluyla MEB’e bağlı milli eğitim müdürlükleri, özel ya da devlet okullarının çabalarıyla STEM eğitimi yaklaşımının uygulamaya geçirmek için son yıllarda yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. MEB (2018f) 2023 Vizyon Belgesinde STEM eğitimi yaklaşımı ile ilişkilendirilebilecek hedeflerden bir tanesi “Öğrencilerin, çevrelerinde gördükleri sorunlara erken yaşlardan itibaren yenilikçi çözümler geliştirme farkındalığı ve bu çözümleri Matematik, Fen Bilimleri, Sosyal Bilgiler ve Güzel Sanatlar gibi farklı disiplinlerle harmanlayarak üretme becerisi kazanması, gelişmiş ülke eğitim sistemlerinin temel hedeflerinden biri hâline gelmiştir” (s.72) şeklinde ifade edilmiştir. Ayrıca belirlenen hedeflere ulaşabilmek için öğretmenlere yönelik olarak “matematik, fen bilimleri, fizik, kimya, biyoloji, Türkçe, sosyal bilgiler, coğrafya gibi derslerin öğretmenlerine, disiplinler arası proje yapımı, 3D tasarım ve akıllı cihaz gibi alanlarda yüz yüze atölye eğitimleri verilecektir” (MEB, 2018e s.75). Sonuç olarak STEM eğitimi yaklaşımı ülkemiz eğitim politikalarında yerini almış olmasına rağmen STEM eğitiminin okullarda uygulanmasına yönelik olarak henüz başlangıç aşamasında olduğumuz söylenebilir.

2.1.2. STEM Eğitimi Yaklaşımları

Araştırmacılar, alanyazında sıklıkla geçen STEM eğitimi ya da bütünleşik STEM eğitimi kavramlarını kullansalar da henüz ne S-T-E-M (ayrık disiplinler olarak) eğitimi ne de bütünleşik STEM eğitimi için açık bir tanım etrafında uzlaşamamıştır (Czerniak, Weber, Sandmann ve Ahern, 1999; Huntley,1998). STEM eğitiminin tanımı hakkında ortak bir uzlaşının olmayışı, henüz STEM'in anlamının açık ve net olmaması, araştırmalarda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik olmak üzere dört disipline atıf yapılırken bazen sadece tek disipline vurgu yapılması, bazen dört disiplinin ayrık ancak eşit varsayılması, bazı tanımlarda ise bu dört disiplinin bütünleşmesi vurgulanmasından kaynaklanabilir (Bybee, 2013).

İlk olarak Ramaley (2007), NSF'nin eğitim birimi ve insan kaynaklar bölümü eski yöneticisi, STEM eğitimini mühendislik tasarımıyla fen ve matematik derslerinin mevcut öğretim programlarının içerisine mühendislik ve teknolojinin birleştirilmesiyle yeniden oluşturulmasıyla gerçekleşen çok disiplinli öğretim yöntemi olarak tanımlamış, STEM disiplinlerinin bir araya getirilerek bütünleştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Gonzalez ve Koenzi'ye (2012) göre "STEM eğitimi terimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında öğretim ve öğrenmeyi ifade eder. Genellikle örgün (ör. sınıflar) ve gayri resmi (ör. okul sonrası programlar) ortamlarda okul öncesi eğitimden doktora sonrası tüm sınıf düzeylerindeki eğitim faaliyetlerini içerir" (s.1). Benzer şekilde Akgündüz ve diğerleri (2015) STEM eğitimini "fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin birbiriyle bütünleşik bir şekilde öğretilmesini içeren ve okul öncesinden yüksek öğretime kadar tüm süreci kapsayan bir eğitim yaklaşımıdır" (s.1) şeklinde tanımlayarak, STEM disiplinlerinin bütünleşmesine vurgu yapılmıştır.

STEM disiplinlerinden gelen içerik bilgisi ile aynı zamanda bilgi, beceri ve tutumlara vurgu yapan Çorlu, Capraro ve Capraro (2014) tarafından STEM'in, konu alanının kesiştiği noktada ortaklaşa oluşturulmuş bilgi, beceri ve inançları içerdiğini belirtilmişlerdir. Dört STEM disiplininin entegrasyonunun yanında diğer disiplinlerinde bütünleşme içerisinde yer alabileceğine ilişkin olarak Sanders ve Wells (2010) bütünleşik STEM eğitimini fen ve/veya matematik eğitiminin içeriğini ve sürecini, teknoloji ve/veya mühendislik eğitiminin içeriği ve süreci ile kasıtlı olarak bütünleştiren teknolojik/mühendislik tasarım tabanlı öğrenme yaklaşımları olarak tanımlamışlardır. Bununla birlikte dil sanatları, sosyal bilgiler, sanat gibi diğer okul dersleriyle daha fazla entegrasyon yoluyla geliştirilebileceğini vurgulayarak, aynı zamanda STEM'in öğretilmesine ilişkin olarak tasarım tabanlı öğrenme yaklaşımı ile bütünleştirmenin kasıtlı

bir şekilde yapılmasını gerektiğini ifade etmişlerdir. Eğitimcilerin yanında iş dünyası ve siyasetçiler tarafından sıkça dile getirilen ve 21. yy. becerilerini vurgulayan Johnson (2013) bütünleşik STEM eğitimini “bilimsel sorgulama, teknolojik ve mühendislik tasarımı, matematiksel analiz ve 21. yüzyıl disiplinler arası temaları ve becerilerinin iç içe katılması yoluyla fen ve matematik disiplinlerinin öğretimini bütünleştiren bir eğitim yaklaşımıdır” (s.367) olarak tanımlamıştır.

Nadelson ve Seifert (2017) “bütünleşik STEM'i birden fazla STEM disiplininden gelen içerik ve kavramların tek parça/kusursuz birleşimi olarak” (s.221) ifade etmişler, ayrıca entegrasyonun belirli STEM disiplinlerinin arasında bilgi ve sürecin disipline bakılmaksızın bir problem, proje veya görev bağlamında eşzamanlı olarak ele alınacağı şekilde gerçekleşeceğini belirtmişlerdir. Nadelson ve Seifert'in tanımına benzer şekilde bütünleştirmede disiplin sayısının iki ya da daha fazla olmasına ilişkin olarak Kelley ve Knowles (2016) bütünleşik STEM eğitimini “bahsedilen konuların öğrenci öğrenmesini geliştirmesi amacıyla birleştirilerek özgün bir bağlamda STEM uygulamalarına bağlı iki veya daha fazla STEM alanlarında içeriği öğretme yaklaşımı” (s.3) olarak tanımlamışlardır.

Moore ve diğerleri, (2014) genel olarak, bütünleşik STEM eğitimi “fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin dört disiplinin bir kısmını veya tamamını, konular ve gerçek dünya sorunları arasındaki bağlantılara dayanan tek bir sınıf, ünite veya dersle birleştirme çabasıdır” (s.38). Bu tanımda disiplin sayısına ilişkin belirsizlik devam ederken, gerçek dünya sorunları arasındaki bağlantılar vurgulanmıştır. Bütünleşik STEM eğitimi, bu disiplinlerin kavramlarını bütünleştiren ve birleştiren tasarım tabanlı öğrenme yöntemlerini ifade eder (Gess, 2017). Gess'in bu tanımında tasarım tabanlı öğrenme yaklaşımı ve yöntemlerine vurgu yapılmıştır.

Bütünleşik STEM eğitime ilişkin alanyazında araştırmacıların bir kısmı iki ya da daha fazla disiplinin birleşmesine (Kelley ve Knowles, 2016; Moore ve diğ., 2014; Nadelson ve Seifert, 2017), bazı araştırmacıların ise dört disiplinin tamamının birleştirilmesi gerektiğine (Burrows, Lockwood, Borowczak, Janak ve Barber, 2018; Yıldırım, 2018) vurgu yapmıştır. STEM odaklı yapılan çalışmalarda; proje tabanlı (Brown ve diğ., 2010; Capraro, Capraro ve Morgan, 2013), problem tabanlı (Duran ve Şendağ, 2012; Ergün ve Balçın, 2019), mühendislik tasarımı (English ve King, 2015; Hirsch, Guzey ve diğ., 2014; Berliner-Heyman, Carpinelli ve Kimmel, 2014; Roehrig, Moore, Wang ve Park, 2012) ve sorgulamaya dayalı fen öğretimi (Bryan, Moore, Johnson ve Roehrig, 2015; Wang ve diğ., 2011) sıklıkla karşılaşılan pedagojik öğrenme ve öğretme

yaklaşımları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte takım çalışması, iş birliği, iletişim, eleştirel düşünme becerileri veya bu becerileri de içerisine alan 21. yy. becerileri STEM eğitimi yaklaşımıyla gerçekleştirilen çalışmaların birçoğunda vurgulanmıştır (Guzey ve diğ., 2014; Nadelson ve Seifert, 2017).

2.1.3. STEM Disiplinlerinin Bütünleştirilmesi ve Bütünleşik STEM Eğitimi Modelleri

Alanyazında STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesine ilişkin çeşitli modeller olmasına rağmen, STEM ile ilişkili içerik ve öğretim uygulamaları üzerinde ortak bir anlayışın olmadığı (Holmlund, Lesseig ve Slavitt, 2018), STEM disiplinlerinin en iyi şekilde nasıl entegre edileceği veya hangi faktörlerin entegrasyonunun olumlu sonuçları destekleyeceğine ilişkin çok az araştırma vardır (Honey ve diğ.2014; Pearson, 2017).

STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesi bir çeşit öğretim programlarının bütünleşmesidir (Wang ve diğ, 2011). Bu nedenle bir STEM programı, ünitesi veya dersi planlanırken STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesine yönelik modellerin anlaşılması için eğitim programlarının bütünleşmesine ilişkin yaklaşımların STEM uygulayıcıları olan öğretmenler tarafından bilinmesi önemlidir (Gencer, Doğan, Bilen ve Can, 2018). Eğitim programlarının bütünleştirilmesi, amaçlı bir şekilde farklı konu alanlarından gelen bilgilerin, becerilerin ve değerlerin daha anlamlı bir şekilde bir kavram olarak öğretilmesi yaklaşımı ya da öğretme stratejisidir (Wang, 2012). Bu noktada STEM eğitimi alanında sıklıkla kullanılan *Bütünleşik STEM Eğitimi* kavramı Drake ve Burns'ün (2004) ortaya koyduğu üç yaklaşımla açıklanabilir.

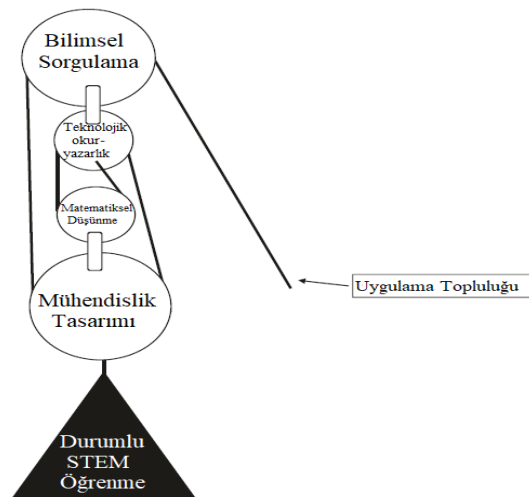
Drake ve Burns (2004) öğretim programlarının bütünleştirilmesine ilişkin olarak çok disiplinli (multidisciplinary), disiplinler arası (interdisciplinary) ve disiplinler ötesi (transdisciplinary) olmak üzere üç yaklaşım ortaya koymuşlardır. Çok disiplinli yaklaşımlar öncelikle disiplinlere odaklanır. Bu yaklaşımı kullanan öğretmenler disiplinlerden standartları bir temanın etrafında düzenlerler. Bu yaklaşımda öğrencilerden, aynı anda farklı sınıflarda öğrenim görürken bir tema ya da konu yoluyla dersler arasında bağlantı yapmaları beklenmektedir. Disiplinler arası yaklaşımda ise disiplinler arası ortak öğrenmeler etrafında program düzenlenir. Disiplinler arası becerileri ve kavramlar vurgulanır. Bu yaklaşımda disiplinler tanımlanabilir, ancak çok disiplinli yaklaşıma göre daha az belirgindir. Disiplinler ötesi yaklaşımda öğretmen müfredatı öğrencilerin soruları, ilgi ve merakları etrafında şekillendirir. Öğrenciler disipline ait ve disiplinler arası yeteneklerini gerçek yaşam koşullarında uygularken yaşam becerilerini geliştirirler. Proje

tabanlı öğrenme ve öğretim programını müzakere etmek disiplinler üstü entegrasyona yol açmaktadır (Drake ve Burns, 2004).

STEM disiplinlerinin bütünleşmesi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birleşmesi olarak tanımlanabilir. Dugger (2010) STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesine ilişkin olarak uygulanan dört yoldan bahsetmiştir.

1. Her bir disiplinin ayrı ayrı öğretilmesi. Disiplinler arasında bağlantı yok ya da çok az bulunmaktadır. Bu yaklaşım bazıları tarafından S-T-E-M olarak adlandırmıştır.
2. Dört disiplin arasından bir ya da iki tanesine daha fazla ağırlık verilerek öğretilmesidir. SteM olarak adlandırılmıştır.
3. Bir diğer yöntem üç disiplin öğretilirken diğerinin bu disiplinlere entegre edilmesiyle karşımıza çıkmaktadır. Mühendislik eğitimi, fen, teknoloji ve matematik derslerine entegre edilebilir.
4. Daha kapsamlı bir yöntem, bu dört disiplini birbirinin içerisine nüfuz edecek şekilde bütünleşik öğretmektir.

Kelley ve Knowles'ın (2016) bütünleşik STEM eğitimi için önerdiği kavramsal çerçevedeki (Şekil 2.1) palanga sistemi *Durumlu STEM öğrenmesini* göstermektedir. Şekil 2.1' de görülen bütünleşik bir sistem olarak durumlu öğrenme, mühendislik tasarımı, bilimsel sorgulama, teknolojik okuryazarlık ve matematiksel düşünmeyi birleştirir. Sistemdeki her kasnak, dört STEM disiplini içindeki ortak uygulamaları birbirine bağlar. Makara sisteminin karmaşık ilişkisi, tüm sistemin bütünlüğünü sağlamak için uyum içinde çalışmalıdır.



Şekil 2.1. STEM öğrenmesi için kavramsal çerçeve grafiği

Not: Şekil örneği “Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11” künyeli çalışmadan alınmıştır.

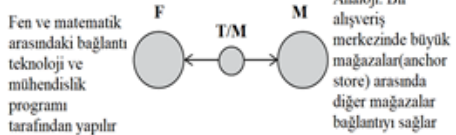
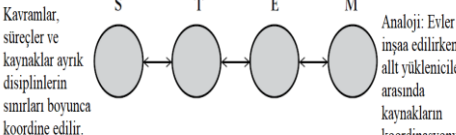
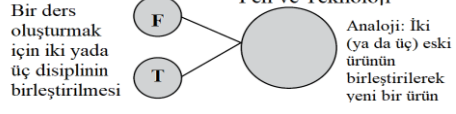
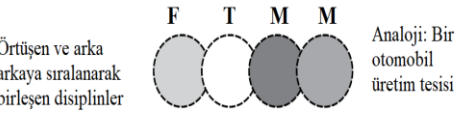
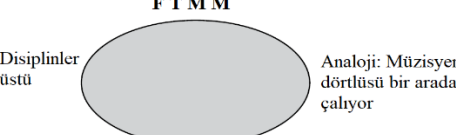
STEM disiplinlerinin bütünleşmesine ilişkin olarak Bybee (2013) çeşitli uygulamalarda yer alan dokuz farklı modeli ortaya koymuştur (Tablo 2.1). Bybee geleneksel sınıflarda ayrı disiplinler şeklinde öğretilen STEM disiplinlerinden, STEM disiplinleri arasındaki sınırların fark edilemediği disiplinler üstü yaklaşımlara kadar dokuz modeli göstermektedir. Bybee (2013) bu modellerin, belirtilen disiplinlerin bütünleşmesine ilişkin olarak nihai bir tespit olmadığını belirtmiştir.

Tablo 2.1. *Bütünleşik STEM Modelleri*

STEM Modeli	Açıklama	Örnek
STEM bir fen disiplinine ya da matematiğe eşdeğerdir	Bu bakış açısında STEM sadece fen anlamına gelir ve zaman zaman fizik ya da biyoloji gibi belirli bir disiplindir. STEM'in bu kullanımı, tek disipline yapılan referans ile çelişen çoklu disiplinli yönelimler nedeniyle kafa karıştırıcıdır. Bazı durumlarda referans fen ve matematik dışında bir disiplin de olabilir. (ör., mühendislik tasarımı)	<p>Tek Disiplinli Örnek</p> <p>Örnek: STEM hakkındaki güncel tartışmalar</p>
STEM hem fen hem matematik anlamına gelir	Bazı durumlarda, STEM hem fen hem de matematiği ifade eder. Bazı STEM tartışmalarında kişiler ayrı disiplinlere silolar olarak atıfta bulunurlar. Bu bakış açısına göre silolar ve direk çukurları vardır. Silolar açıkça görülebilirken direk çukurları kısmen görülebilir ancak bir çukurun özü, orada hiçbir şey olmamasıdır.	<p>Fen ve Matematik İçin Bir Referans Olarak STEM</p> <p>Örnek: STEM hakkındaki politik tartışmalar</p>
STEM fen anlamına gelir, teknoloji, mühendislik ya da matematiği kapsar	Bazen öğretmenler öğrencilerini mühendislik tasarımı problemleri (ör., kırılmayan yumurta aracı tasarlama) ile tanıştıır. Fakat bu tür uygulamalarda genellikle mühendislik tasarımı ile fen uygulamaları karıştırılmaktadır. Bu bakış açısı bütünleşmeye yönelik ilk adımı temsil eder ancak öğretmen baskın disiplin olarak fen (ya da matematiği) ele alır ve uygun bulursa ya da gerektiğinde diğer disiplinleri öğretir.	<p>Diğer Disiplinleri Bir Araya Getiren Ayrı Fen Disiplinleri</p>
STEM ayrı disiplinler dördüsüne eşdeğerdir	Bu bakış açısına göre STEM okul müfredatında yer alan fen, matematik, teknoloji ve mühendislik konularını içermektedir. Bazı okullarda teknoloji bilgi teknolojileri olarak, mühendislik teknoloji-tasarım olarak müfredata dâhil edilmiştir. Ancak silolar metaforunda olduğu gibi ayrı disiplinler olarak bulunur. Her ne kadar disiplinler eşit görünse de programdaki ağırlıkları aynı değildir.	<p>Ayrı Disiplinler</p> <p>Örnek: STEM disiplinlerine genel bir giriş sağlayan bir derstir veya her disiplin için bir tane olmak üzere dört ayrı ders</p>

(devamı arkadadır)

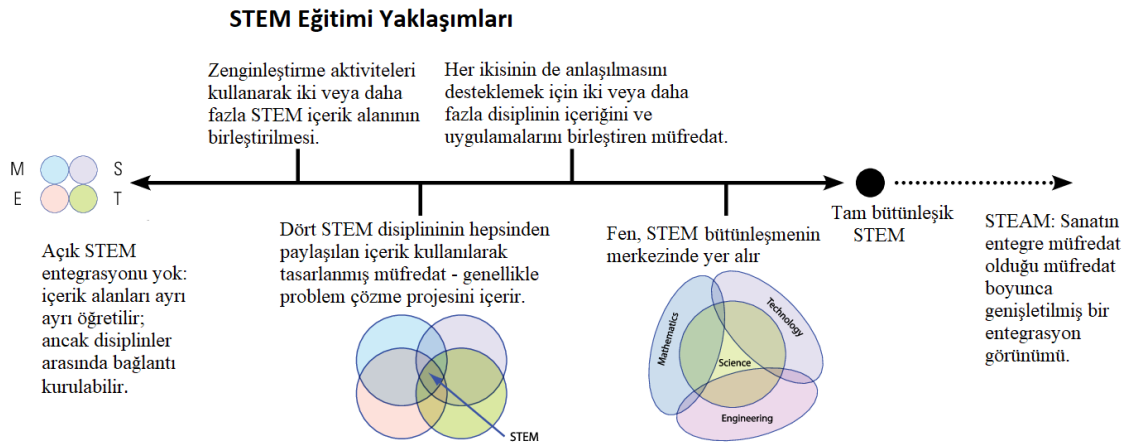
Tablo 2.1. *Bütünleşik STEM Modelleri* (devamı)

STEM Modeli	Açıklama	Örnek
STEM fen ve matematik anlamına gelir, teknoloji veya mühendislik programı tarafından bağlanır	Fen ve matematik teknolojiyi ve/veya mühendisliği vurgulayan başka bir programla bağlantılı olan bağımsız disiplinlerdir. Bir kariyer ve teknik eğitim programı bu bakış açısına örnek olabilir. Biyomedikal, sağlık bilimleri, enerji kaynakları, bilgi teknolojileri ve tarım gibi alanlarda alanlarında iş temelli gerçekleştirilen mesleki ve teknik eğitim programlarında teknoloji ve mühendislik projeleri fen ve matematik alanlarındaki ana konularla bağlantı kurmak için kullanılır.	Fen ve Matematik Teknoloji veya Mühendislik Programıyla Bağlanır  Fen ve matematik arasındaki bağlantı teknoloji ve mühendislik programı tarafından yapılır Analoji: Bir alışveriş merkezinde büyük mağazalar(anchor store) arasında diğer mağazalar bağlantıyı sağlar Örnek: "Project Lead the Way" projesi fen ve matematik programını bağlar
STEM disiplinler arasında koordinasyon demektir	Fen bilgisi öğretmenleri genellikle matematik kavramlarının uygulaması olan fen konularının öğretiminde matematik öğretmenlerine ihtiyaç duyarlar. Fakat daha az sıklıkta matematik öğretmenleri, fen veya teknoloji öğretmenlerinden matematik kavramlarının uygulamalarını ister. Fakat bazı durumlarda, kavramlar ve süreçler farklı STEM disiplinlerinde öğretilir ve uygulanabilir.	Disiplinler Arası Koordinasyon  Kavramlar, süreçler ve kaynaklar farklı disiplinlerin sınırları boyunca koordine edilir. Analoji: Evler inşa edilirken allt yükleniciler arasında kaynakların koordinasyonu Örnek: Mühendislik dersinde gerekli olan grafik çiziminin matematik dersinde öğretilmesi
STEM iki veya üç disiplini birleştirmektedir	Bütünleştirilmenin bir biçimi, fen ve teknoloji ya da mühendislik ve matematik gibi iki disiplini birleştirerek başlar. Daha karmaşık bir model ise dört disiplinin üçünü birleştirir. Örneğin, fen, teknoloji ve matematiğin bütünleştirilmesi olabilir.	İki ya da Üç Disiplinin Birleştirilmesi  Bir ders oluşturmak için iki yada üç disiplinin birleştirilmesi Fen ve Teknoloji Analoji: İki (ya da üç) eski ürünün birleştirilerek yeni bir ürün Örnek: Fen ve teknoloji üzerine her iki disipline de eşit vurgulandığı yeni bir ders oluşturma
STEM disiplinler arası tamamlayıcı örtüşmeler anlamına gelir	STEM üniteler veya derslerde sıralanan disiplinlerin örtüşmesiyle bütünleşir ve böylece STEM eğitim deneyimlerinde merkezi bir vurgu haline gelir. Bilimsel sorgulama ya da tasarım probleminin çözümü STEM disiplinlerin bütünleşmesini gerektirir.	Bütünleşik Disiplinler  Örtüşen ve arka arkaya sıralanarak birleşen disiplinler Analoji: Bir otomobil üretim tesisi Örnek: Öğrenciler problemleri incelemekte ya da disiplinler boyunca örtüşen ve ilerleyen sorgulamalar yürütmektedirler
STEM disiplinler üstü bir ders veya program anlamına gelir	Küresel iklim değişikliği, sağlık sorunları, enerji kaynakları gibi konularda disiplinler üstü yaklaşım içeren bir STEM bakış açısı bulunmaktadır. STEM disiplinlerinin tümünü ve diğer disiplinleri (ör. etik, siyaset, ekonomi) içeren Sürdürülebilir Toplum adlı bir ders, büyük bir zorluğun anlaşılması/çözülmesi için bir örnek olabilir.	Disiplinler Üstü Bir Kurs veya Program Olarak STEM  Disiplinler üstü Analoji: Müzisyen dörtlüsü bir arada çalıyor Örnek: Bir okul müfredatına Sürdürülebilir Toplum isimli temel bir ders koyabilir

Not: Tablo örneği "Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press" künyeli çalışmadan alınmıştır.

STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesine ilişkin bir diğer yaklaşımda Barakos, Lujan, ve Strang (2012) tarafından STEM disiplinlerinin tek disiplinli yapıdan tam bütünleşmeye doğru sıralanmıştır (Şekil 2.2). Bu yaklaşıma göre Bybee'nin (2010)

belirttiği STEM disiplinlerinin ayrıık olarak öğretilmesinden (silo), disiplinler üstü yaklaşıma kadar 6 model tanımlanmıştır. Sanatın da STEM disiplinleri içerisine entegre edilmesiyle tam bütünlük STEM'in gerçekleştirileceği savunulmuştur.



Şekil 2.2. STEM eğitimi yaklaşımları

Not: Şekil örneği “Barakos, L., Lujan, V., & Strang, C. (2012). Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM): Catalyzing Change Amid the Confusion. *Center on Instruction*” künyeli çalışmadan alınmıştır.

2.1.4. STEM Okuryazarlığı

Honey ve diğerlerine (2014) göre STEM okuryazarlığı STEM için üzerinde anlaşılabilir tanımlanmaması nedeniyle açıkça ifade edilememesine rağmen bir öğrenciyi STEM okuryazarı olarak tanımlayabilmek için üç özelliği vurgulamaktadırlar.

- (1) Modern toplumda fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin rolleri hakkında farkındalık, (2) her alanın en azından bazı temel konseptlerine aşinalık ve (3) temel uygulama düzeyi (örn. bir haber raporunda bilim veya mühendislik içeriğini eleştirel olarak değerlendirebilme, ortak teknolojilerin temel sorunlarını giderme ve günlük yaşamla ilgili temel matematiksel işlemleri yapma becerisi (Honey ve diğ., s. 34).

Bybee'ye (2010) göre “STEM okuryazarlığı, bireylerin STEM ile ilgili kişisel, sosyal ve küresel sorunlara yönelik kavramsal anlayışları ve yöntemsel beceri ve yetenekleri içerir. STEM okuryazarlığı, STEM disiplinlerinin ve birbiriyle ilişkili dört ve tamamlayıcı bileşenin entegrasyonunu içerir” (s.31). Bu tanımın ötesinde Bybee (2010) STEM okuryazarlığının anlamını aşağıdaki şekilde açıklamıştır:

1. Bilimsel, teknolojik, mühendislik ve matematiksel bilgi edinmek ve bu bilgileri sorunları tanımlamak, yeni bilgi edinmek ve bilgiyi STEM ile ilgili konulara uygulamak için kullanmak.

2. Araştırma, tasarım ve analiz süreçlerini içeren insan çabalarının formları olarak STEM disiplinlerinin karakteristik özelliklerini anlamak.
3. STEM disiplinlerinin maddi, entelektüel ve kültürel dünyamızı nasıl şekillendirdiğini bilmek.
4. STEM ile ilgili konularda ve ilgili, duygusal ve yapıcı vatandaşlar olarak bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik fikirleri ile ilgilenmek (Bybee 2010, s.31).

STEM okuryazarlığı, “karmaşık problemleri anlamak, bunları çözmek ve yenilik yapmak için bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik kavramlarını tanımlama, uygulama ve entegre etme yeteneğidir” (Balka, 2011, s.11). Bush’a (2019) göre STEM okuryazarlığı öğrencileri yetişkinliğe hazırlar ve onları günlük hayatta karşılaşılabilecekleri ipotek ve yatırımlar gibi konuları anlayabilen ve sağlam kararlar alabilen demokratik bir toplumun bilgilendirilmiş üyeleri olarak güçlendirir. STEM okuryazarlığı öğrencileri, karşılaştırarak alışveriş yapabilecek, tıbbi belgelerin yorumlanmasını, çevrenin korunmasını içeren bir haber raporunu analiz edebilecek duruma getirir.

Zollman’a (2012) göre STEM okuryazarlığı “içerik alanlarının eğitim hedefleri; öğrenme teorisinden bilişsel, duyuşsal ve psikomotor alanlar ve insanlığın ekonomik, toplumsal ve kişisel ihtiyaçları olmak üzere üç katmanı vurgulayan dinamik bir süreçtir” (s.18). Johnson ve diğerleri (2020) STEM okuryazarlığının okul yaşamının bir parçası olması gerektiğine vurgu yaparak, bir öğrencinin gelecekteki kariyer seçiminin ister STEM alanında ister dışında olsun, bir öğrencinin STEM okuryazarı olmadan liseden mezun olmaması gerektiğini belirtmişlerdir.

2.1.5. Bilimsel Sorgulama ve Mühendislik Tasarım Süreci

Lederman’a göre (2009) bilimsel sorgulama, genel bilimsel süreç becerilerinin, bilimsel bilgiyi geliştirmek için geleneksel bilim içeriği, yaratıcılık ve eleştirel düşünme ile birleşimini ifade eder. Bununla birlikte bilimsel sorgulama bilim insanlarının doğal dünyayı incelemeleri ve çalışmalardan elde ettikleri kanıta dayanan açıklamalar önermelerinin farklı yollarıdır (NRC, 1996). Bilimsel sorgulama, bilim insanlarının doğal dünyayı nasıl algıladıklarını yansıtmakla birlikte öğrencilerin bilimi nasıl öğrendiklerinin tam kalbinde yer almaktadır (NSTA, 2004). MEB (2018a) fen bilimleri dersi öğretim programının temel amaçları içerisinde bilimsel süreç becerileri ve bilimsel araştırmayla ilgili olarak “Doğanın keşfedilmesi ve insan-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel araştırma yaklaşımını benimseyip bu

alanlarda karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek” (s.10) şekliyle bir temel amaç belirlemiştir. Bu noktada öğrencilerin keşfetme ve anlama sürecinde bilimsel sorgulama sürecine aktif olarak katılmaları beklendiği söylenebilir.

Johns ve Metzger’e (2016) göre tasarım tabanlı düşünme mühendislik için, bilimsel sorgulamaya dayalı öğrenme de bilim için kritik role sahip olan iki düşünme biçimidir. Bu iki düşünme biçimi STEM disiplinleri arasında karar verme süreçlerinin altında yatan tamamlayıcı düşünme biçimleridir (Johns ve Metzger, 2016). Bilimsel sorgulama geleneksel bilim süreçlerini içermekle birlikte bilimsel bilgiyi geliştirmek için bu süreçlerin bilimsel bilgi, bilimsel akıl yürütme ve eleştirel düşünme ile birleştirilmesini ifade eder (Lederman, Antink ve Bartos, 2014). Her ne kadar mühendislik tasarımı ile bilimsel sorgulama arasında fark olsa da bir mühendislik uygulamasında, mühendislik tasarımı ve bilimsel sorgulama iç içedir (Purzer, Stroble ve Cardella, 2014). Öğrencilerin bilimsel araştırma ve mühendislik tasarımına dahil olabilmeleri için için hem bilim hem de mühendislik uygulamalarına katılmaları gereklidir (NGSS Lead States, 2013).

Bilimsel sorgulama yapma becerilerinin geliştirilmesi öğrencilere sadece araştırma yapma fırsatı tanımak değil, farklı süreçleri deneme ve araştırmalardan bilgiyi nasıl öğreneceklerini anlama özgürlüğüne sahip olmayı gerektirir (Johns ve Metzger, 2016). Johns ve Metzger’e (2016) göre bu düşünce tarzı tasarım süreci içerisinde ve yeniden tasarım sürecinde zaten mevcuttur. Bilimsel sorgulama, sorgulama yoluyla cevaplanabilecek bir sorunun formüle edilmesini içerirken, mühendislik tasarımı, tasarım yoluyla çözülebilecek bir sorunun formülasyonunu içerir (Quinn, Schweingruber ve Keller, 2013). Bütünleşik bir ortam, öğrencilere sadece bilim içeriğine ait bilgiye değil, aynı zamanda bilimsel soruşturmanın temel noktası olan bilimsel bilgi geliştirme hakkındaki fikir ve uygulamalara da ulaşmasını sağlar (Johns ve Metzger, 2016). Bununla birlikte bilimsel sorgulamanın mühendislik tasarımı ile birleştirilmesi, STEM uygulamalarını öğrenciler için ilgi çekici ve alakalı olmasını sağlar (Honey ve diğ., 2014).

Bu anlamda mühendislik tabanlı STEM eğitimi, mühendisliği bilimin içerisine dahil ederek öğrencileri bir mühendis gibi düşünmelerini teşvik ederek onları mühendislik tasarım zorluklarıyla meşgul ederken aynı zamanda bir bilim insanı gibi düşünmeleri için bilimsel sorgulama içerisine dahil etmeyi de sağlar.

2.1.6. Eleştirel Düşünme Becerileri ve STEM Eğitimi

Facione (1990) eleştirel düşünmeyi “yorumlama, analiz, değerlendirme ve çıkarsama ile sonuçlanan ve bu kararın dayandığı kanıtsal, kavramsal, metodolojik,

eleştirel veya bağlamsal düşüncelerin açıklanmasıyla sonuçlanan maksatlı, özdenetim yargısı” (s.2) olarak tanımlanmaktadır. Swartz, Costa, Beyer, Reagan ve Kallick’e (2008) göre düşünme becerileri genel olarak, “orijinal fikirlerin karşılaştırılması ve benzerlik ve farkların belirlenmesi, sınıflandırılması, öngörülmesi, üretilmesi, neden ve sonuç, karar verme, varsayımların ortaya çıkarılması ve bilgi kaynaklarının güvenilirliğinin sorgulanmasıdır” (s.7). Bununla birlikte problem çözme sırasında muhtemel çözüm yollarının analizi yapılırken, karar verme sırasında alternatifler arasındaki tutarlılıkların değerlendirilmesi ya da verilen kararın sonuçlarının tahmin edilmesi sürecinde eleştirel düşünme becerileri gereklidir (Dilekli, 2019).

Küresel ısınma gibi uluslararası sorunların çözümleri, son derece gelişmiş eleştirel düşünme ve problem çözme yetenekleri gerektirir. Bununla birlikte günümüz pazarında, işlerin neredeyse%100’ü eleştirel düşünme ve aktif dinleme, %70’i matematiksel bilgi ve %60’ı sözlü anlama ve ifade gerektirmektedir (Carnevale, Smith ve Strohl, 2011). İlköğretim döneminde eleştirel düşünme becerileri, önceki bilgiler kullanılarak akranlarıyla iş birliği yapılarak geliştirilebilir (NEA, 2012).

Eleştirel düşünme becerilerinin öğretimi ile ilgili olarak, Ennis (1989) yaklaşımları dört türe ayırmaktadır. Genel yaklaşım, eleştirel düşünme becerilerinin belirli bir konu olmadan ayrı bir derste öğretilmesini içerir. İnfüzyon yaklaşımına göre, öğrenciler belirli bir konuda eleştirel düşünme becerileri sürecinin açık öğretimine katılırlar. Daldırma yaklaşımında, eleştirel düşünmeyi öğretmek için bir ders düzenlenir, ancak eleştirel düşünme ilkeleri açıkça verilmez. Karma model yaklaşımı genel bir yaklaşımı infüzyon veya daldırma yaklaşımı ile birleştirir. Bununla birlikte, genel fikir birliği, eleştirel düşünme eğitimi örtük veya yüzeysel olarak öğretilmeye çalışıldığında bu yaklaşımın başarısız olduğudur (Burbach, Matkin ve Fritz, 2004; Paul, 2005; Swartz ve diğ., 2008).

Araştırmalar, eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesinin mümkün olduğunu, ancak eleştirel düşünmede açık ve kasıtlı bir öğretimi gerektirdiğini göstermektedir (Davies, 2006; van Gelder, Bissett ve Cumming, 2004; Solon, 2007). Bu kasıtlı öğretim derslerin içerisine eleştirel düşünme becerilerinin entegrasyonu ile (Swartz ve diğ., 2008) öğrencilerin eleştirel düşünme yeteneğinde önemli bir artış sağlayabileceğini göstermektedir (Allegretti ve Frederick, 1995; Solon, 2007). Rehmat’a (2015) göre “sosyal etkileşim ve araştırmayı teşvik eden okullardaki bütünleşik STEM faaliyetleri, öğrencilerin eleştirel düşünme, iletişim ve problem çözme becerilerini geliştirmeye yardımcı olabilir” (s. 62). Bu anlamda STEM eğitiminin probleme dayalı, tasarım temelli ve/veya sorgulamaya dayalı öğrenme stratejileri, disiplinler arasındaki bağlantılar ve iş birliğine

dayalı öğrenme deneyimleri öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri üzerinde önemli bir etkisi olabilir (Rehmat, 2015). STEM eğitimi “teknik ve bilimsel eğitimi eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine güçlü bir vurgu ile destekleyerek insanların yeteneklerini genişletmek amacıyla dört disiplin arasında ilişki kurar” (Siekman, 2016, s.3).

Yapılan araştırmaların birçoğu STEM eğitiminin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinde artış sağladığını göstermektedir (Baharin ve diğ., 2018; Duran ve Şendağ, 2012; Mutakinati, Anwari ve Yoshisuke, 2018; Oonsim ve Chanprasert, 2017; Rahmawati, Ridwan, Hadinugrahaningsih ve Soeprijanto, 2019; Waddell, 2019). Ancak öğrenciler her bir konuda nasıl düşüneceklerini kendiliğinden öğrenemezler ve bu nedenle ilgili sınıf görevleri bağlamında pratik yapma fırsatı vererek farklı derslerin özelliği ile modellenmelidir (Willingham, 2008).

Konu içeriği bilgisi ve eleştirel düşünme becerileri, karmaşık bir dünyada çözülmesi gereken karmaşık sorunlara çözüm üretmek bilimsel olarak okuryazar vatandaşlar için gereklidir (Symonds, Schwartz ve Ferguson, 2011). Bu noktada öğrencilerin hem içerik bilgisinin hem de eleştirel düşünme becerilerini birlikte öğrenmesine ihtiyaç vardır. Öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin düzeyinin ölçülmesi öğretmenin öğrencilerin bir görevdeki performansını değerlendirmesine olanak tanır (Bissell ve Lemons, 2006). Eleştirel düşünme becerilerinin ölçülmesi için çeşitli eleştirel düşünme testleri vardır; örneğin California Eleştirel Düşünme Becerileri Testi (CCTST), Watson Glaser Eleştirel Düşünme Değerlendirmesi (WGCTA) ve Halpern’in Eleştirel Düşünme Değerlendirmesi (HCTA). Bu testler sırasıyla analiz, argümanın değerlendirilmesi, bir argüman analizi gibi bilişsel becerileri ölçer. Ancak bu testler sınava giren kişinin genel kavramlardaki bilimsel kavramlarla herhangi bir bağlantı gerektirmeyen eleştirel düşünme becerilerine odaklanır (Hakim ve Talib, 2018). Konu alanı olarak fen içerisindeki eleştirel düşünme bir kişinin problemleri bilimsel bir şekilde düşünmesini, değerlendirmesini ve çözmesini sağlar (Santos, 2017). Bu nedenle öğrenme çıktısını en üst düzeye çıkarabilmek için öğrencilerin içeriği anlama becerileri ile birlikte eleştirel düşünme becerilerini de ölçen uygun bir değerlendirme gereklidir (Hakim ve Talib, 2018). Bunun yapılabilmesi hem içerik hem de eleştirel düşünme becerilerini ölçmek amacıyla geliştirilen ölçme araçlarıyla sağlanabilir.

2.1.7. STEM Kariyer İlgisi

Son yıllarda öğrencilerin sahip oldukları becerilerle geleceğin dünyasında sahip olmaları gereken beceriler arasındaki fark gittikçe artmaktadır (Çepni ve Ormancı, 2017).

TÜSİAD tarafından hazırlanan raporda Türkiye’de “İnsan Kaynakları Direktörleri’nin %57’sinin, 5 yıl içerisinde STEM alanındaki işgücü talebinin artacağını düşündüklerini” belirtmiştir (PwC, 2017, s.9). Bu ihtiyacın karşılanabilmesi için bugünün öğrencilerinin STEM alanındaki mesleklere yönelik ilgi ve becerilerin kazandırılması önemlidir. Bununla birlikte sanayi 4.0 ve dijital dönüşümün etkileri bazı mesleklerin ortadan kalkmasına ya da dönüşüme uğramasına ve yeni meslek alanlarının ortaya çıkmasına neden olacaktır (PwC, 2017). Bununla birlikte Akgündüz ve diğerleri (2015) ortaya koydukları raporda üniversiteye giriş sınavı sonucuna göre sayısal alanlarda yerleşen ilk 1000 öğrencinin STEM alanlarına yerleşme yüzde oranlarında 2000 yılından 2014 yılına kadar bir düşüş yaşandığını 2000 yılında %85.63 olan STEM yerleşme oranı 2010 yılında % 27.88’e kadar düşmüş 2014 yılında ise %38.23 olarak gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Ortaya konulan bu raporlar göz önüne alındığında “Türkiye’de STEM alanları meslek seçimi konusunda acil tedbirlerin alınması gerektiğini ve STEM kariyerinin teşvik edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Akgündüz ve diğ., 2015, s.21).

Kimlik oluşumu, başarı teorisi ve ilişkilendirme teorisi beklenti-değer teorisyenleri ile ilgili çalışmalar, STEM alanlarına doğru giden yolun çocukluk ve ergenlik döneminde başlayan bir dizi seçenek ve başarıdan oluştuğunu göstermektedir (Wang ve Degol, 2013). Bu anlamda erken yaşlarda öğrencilerin STEM derslerindeki başarı ve ilgileri onların gelecekteki meslek seçimlerini etkileyebilir. Bu doğrultuda öğrencilerin erken yaşlarda STEM meslekleriyle tanışmaları belki de onların ileride kariyer seçimlerini olumlu yönde etkileyebilir.

2.1.8. Tasarım Temelli STEM Eğitimi

İlk olarak Kolodner, Crismond, Gray, Holbrook ve Puntambekar (1998) tarafından *Learning by Design* olarak adlandırılan tasarım tabanlı öğrenme, problemleri ve tasarım çözümlerini tanımlamak için uygulamalı, özgün, çok disiplinli tasarım görevlerini içeren eğitimsel bir yaklaşımdır (akt. Streater, 2017). Kolodner’in (2002) fen eğitimi için proje tabanlı sorgulama yaklaşımı olarak tanımladığı tasarım yoluyla öğrenme projelerinde öğrenciler bilim insanları ve mühendisler gibi tasarım zorluklarına ulaşmak için tekrar tekrar uygulama deneyimlerini yansıtır. Streater’a (2017) göre tasarım temelli öğrenme, probleme dayalı öğrenmeye benzer olsa da birbirinden farklı yaklaşımlardır. Probleme dayalı öğrenme, öğrencilerin çözmeye uğraştığı önceden belirlenmiş karmaşık sorunlara odaklanırken, tasarım tabanlı öğrenme, bilimsel bilginin araştırma- soruşturma yoluyla ortaya çıkan entegrasyonuna vurgu yapar.

Tasarım tabanlı öğrenme genellikle fen içeriğini mühendislik tasarımına odaklanarak birleştirir ve öğrencilerin ürünü tasarlama ve oluşturma için bir mühendislik tasarım sürecini izlemeleri gerekir (Kolodner ve diğ., 2003; Silk, Schunn ve Cary, 2009). Mühendislik tasarım sürecine ilişkin birbirinden farklı birçok model olsa da temel özellikleri açısından birbiriyle ortak süreçler barındırmaktadır (Brunsell, 2012). Brunsell'e göre bu modellerin hepsi problem/ sorunun tanımlanmasını, birden fazla olası çözüm üretilmesini içeren benzer süreçleri paylaşmaktadır; bu süreçler çözümlerin analizi, test edilmesi, değerlendirilmesi, netleştirilmesi ve fikirlerin sunulması/iletilmesi basamaklarını içermektedir. Brunsell'e (2012) göre bu basamaklar aşağıdaki şekilde açıklanabilir:

Problemi tanımlama: Genellikle mühendislik projeleri bir tasarım özeti ile başlar. Bir tasarım özeti, projenin amacını, beklentileri ve sınırlamaları içerir. Tasarım özeti öğretmen tarafından tanıtılabilir veya öğrenciler ve öğretmen tarafından birlikte oluşturulabilir. Mühendislik tasarım sürecinin bu aşamasının bir parçası olarak, öğrencilerin sorun ve geçmişte hangi çözümlerin kullanıldığı hakkında araştırma yürütmesi yaygındır.

Olası Çözümlerin Geliştirilmesi: Karmaşık problemler için tek bir çözüm yoktur. Genellikle bu tür problemlerin birden fazla çözüm yolu mevcuttur. Tasarım sürecinin bu aşamasında, öğrenciler sorunu çözmek için mümkün olduğunca çok beyin fırtınası yapmalıdır. Bir sorun özellikle zorlayıcıysa, sorunu daha küçük parçalara ayırmak ve her bir parçaya beyin fırtınası yoluyla çözümler üretmek önemlidir.

Çözümlerin Analiz Edilmesi: Çok sayıda olası çözüm belirlendikten sonra, öğrenciler çözümleri analiz etmeye başlayabilir. Bu süreçte, öğrenciler her bir çözümün tasarım özetindeki hedefleri ve kısıtlamaları nasıl karşıladığına karar verir. Öğrenciler bu analiz için sistematik bir yaklaşım kullanmaya teşvik edilmelidir. Bir çözümün gerekli kısıtlamalar ve kriterleri karşılayıp karşılamadığını belirlemek için basit bir matris kullanılabilir.

Çözümlerin İyileştirilmesi: Mühendislik tasarım sürecinde bu adımda öğrenciler çözümlerini test ederler. Öğrenciler çözümlerinin performansı hakkında veri toplamalı ve iyileştirme fırsatlarını belirlemelidir. Bu aşamada, mühendislik tasarımının yinelemeli bir süreç olduğunu güçlendirmek çok önemlidir. Mümkün olursa, test öğrencilerin tasarımlarını geliştirmelerine yol açmalıdır. Öğrencilere, tasarımlarını geliştirdikçe bu değişiklikleri yeniden test etme fırsatı verilmelidir.

İletişim: Mühendislik tasarım süreci boyunca öğrencilere sonuçlarını akranlarına ve mümkünse daha geniş bir kitleye iletme fırsatları sunulmalıdır. Her aşamada öğrenciler

düşüncelerini paylaşabilirler. Örneğin, *Problemi ya da Sorunu Tanımlama* aşamasında, öğrenciler çözüm senaryosu, kısıtlamaları ve başarı göstergeleri hakkındaki anlayışlarını paylaşabilirler. *Test, Değerlendirme ve İyileştirme* aşamasında, öğrenciler testlerinin sonuçlarını, çözümlerini geliştirmeye ilişkin aldıkları kararları ve bu kararları destekleyen kanıtları paylaşmalıdır. Son olarak, öğrencilere nihai çözümlerinin, başarı kanıtlarının ve bu çözüme giden yollarının bir sunumunu geliştirme fırsatı verilmelidir.

Katehi, Pearson ve Feder (2009), mühendisliği K-12 müfredatına dahil etmenin beş alanda muazzam öğrenme fırsatları sağlayabileceğini öne sürmektedir. Bu alanlar: (1) Fen ve matematikte daha iyi öğrenme ve başarı, (2) Mühendislik ve mühendislerin çalışmaları hakkında farkındalık, (3) Mühendislik tasarımını anlama ve sürece katılma becerisi ve (4) Mühendisliği bir kariyer olarak sürdürme ilgisi ve (5) Teknolojik okuryazarlığı artırma (s. 49-50) olarak tanımlanmıştır.

2.1.9. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve Mühendislik Tasarım Süreci

STEM eğitimi yaklaşımı çok sayıdaki ülkenin eğitim politikalarını değiştirmelerine, dolayısıyla öğretim programlarına mühendisliğe yönelik becerileri öğretim programına entegre etmesine yol açmıştır. Neredeyse tüm dünyadaki eğitim sistemlerini etkisi altına alan STEM eğitimi, ülkemizde de öğretim programlarının yeniden düzenlenmesine yol açmıştır.

Bu doğrultuda 2017 yılında fen bilimleri dersi öğretim programı güncellenerek uygulamaya başlanmış ilk defa fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları programda ayrı bir ünite adı altında yer almıştır (MEB, 2017). Program 2018 yılında revize edilerek fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları programda yer alan her ünite içerisine yerleştirilmiştir (MEB, 2018a). 2018 fen bilimleri dersi öğretim programının perspektifi *değerlerimiz ve yetkinlikler* olarak belirlenmiştir. Öğretim programlarında yer alan kök değerler adalet, dostluk, dürüstlük, öz denetim, sabır, saygı, sevgi, sorumluluk, vatanseverlik, yardımseverlik olarak ifade edilmiştir. Bu değerler, öğrenme öğretme sürecinde hem kendi başlarına hem ilişkili olduğu alt değerlerle ve hem de öteki kök değerlerle birlikte ele alınarak hayat bulacaktır. Yetkinlikler ise Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinde belirtilen; anadilde iletişim, yabancı dillerde iletişim, matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler, dijital yetkinlik, öğrenmeyi öğrenme, sosyal ve vatandaşlıkla ilgili yetkinlikler, İnisiyatif alma ve girişimcilik, kültürel farkındalık ve ifade olmak üzere olmak üzere sekiz yetkinliğe atıf yapmaktadır.

Bütün bireylerin fen okuryazarı olarak yetişmesini amaçlayan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın özel amaçları şunlardır:

1. Astronomi, biyoloji, fizik, kimya, yer ve çevre bilimleri ile fen ve mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmak,
2. Doğanın keşfedilmesi ve insan-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel araştırma yaklaşımını benimseyip bu alanlarda karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek,
3. Birey, çevre ve toplum arasındaki karşılıklı etkileşimi fark ettirmek; toplum, ekonomi ve doğal kaynaklara ilişkin sürdürülebilir kalkınma bilincini geliştirmek,
4. Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmede fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak,
5. Fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini geliştirmek,
6. Bilim insanlarının bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğunu, oluşturulan bu bilginin geçtiği süreçleri ve yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamaya yardımcı olmak,
7. Doğada ve yakın çevresinde meydana gelen olaylara ilişkin ilgi ve merak uyandırmak, tutum geliştirmek,
8. Bilimsel çalışmalarda güvenliğin önemini fark ettirerek güvenli çalışma bilinci oluşturmak,
9. Sosyobilimsel konuları kullanarak muhakeme yeteneği, bilimsel düşünme alışkanlıkları ve karar verme becerileri geliştirmek,
10. Evrensel ahlak değerleri, millî ve kültürel değerler ile bilimsel etik ilkelerinin benimsenmesini sağlamak (MEB, 2018a, s.9).

Fen bilimleri dersi öğretim programında alana özgü beceriler üç alanda ele alınmıştır Tablo 2.2'de alana özgü beceriler sunulmuştur.

Tablo 2.2. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı Alana Özgü Beceriler

Beceriler	Açıklama
a. Bilimsel Süreç Becerileri	Bu alan; gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, hipotez kurma, verileri kullanma ve model oluşturma, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme, deney yapma gibi bilim insanlarının çalışmaları sırasında kullandıkları becerileri kapsamaktadır.
b. Yaşam Becerileri Analitik düşünme- Karar verme- Yaratıcı düşünme- Girişimcilik- İletişim -Takım çalışması	Bu alan; bilimsel bilgiye ulaşılması ve bilimsel bilginin kullanılmasına ilişkin analitik düşünme, karar verme, yaratıcılık, girişimcilik, iletişim ve takım çalışması gibi temel yaşam becerilerini kapsamaktadır
c. Mühendislik ve Tasarım Becerileri Yenilikçi (inovatif) düşünme	Bu alan, fen bilimlerini matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirmeyi sağlayarak, problemlere disiplinler arası bakış açısıyla, öğrencileri buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırarak, öğrencilerin edindikleri bilgi ve becerileri kullanarak ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırılacakları konusunda stratejileri geliştirmesini kapsamaktadır.

STEM eğitimi ile ünite/dersler planlanırken öğretim programının genel hedefleri, değerler ve Türkiye Yeterlikler Çerçevesinde yer alan yetkinlikler, fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan özel amaçlar, alana özgü beceriler ile her ünite için belirlenen kazanımlar dikkate alınmalıdır.

2.1.10. Bütünleşik STEM Eğitimi Yaklaşımı ile Program Ünite/Ders Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi

STEM yaklaşımıyla bir program, ünite ya da ders tasarlanmasına ilişkin olarak ilgili alanyazında henüz üzerinde anlaşılan bir model ya da yöntem oluşturulmamıştır. STEM eğitimi tanımları ya da STEM eğitiminde hangi pedagojik yaklaşımların daha etkili olduğuna ilişkin ortak bir görüşün olmaması STEM eğitiminin sınıf ortamında uygulanmasına ilişkin belirsizliği de beraberinde getirmiştir. Her ne kadar ortak bir yaklaşım olmasa da STEM eğitiminin örgün eğitim içerisinde veya okul dışı ortamlarda ne şekilde uygulanacağına ilişkin belirgin özellikler STEM eğitimcileri tarafından göz önüne alınarak üniteler, dersler ya da aktiviteler tasarlanmalı, uygulanmalı ve değerlendirilmelidir.

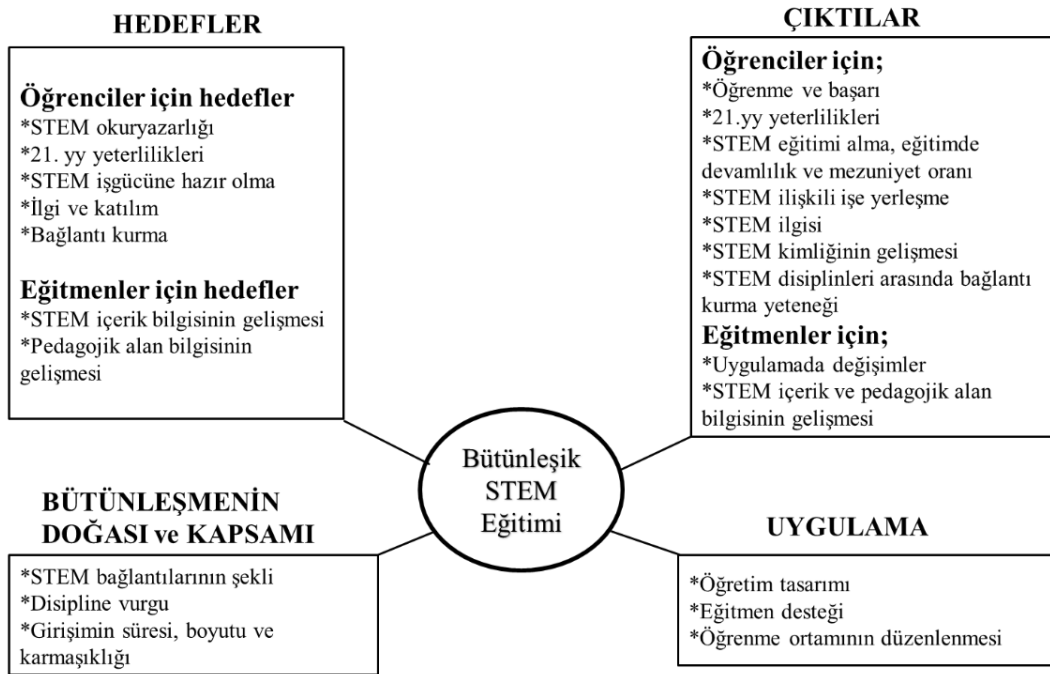
Çalışmalar, STEM kavramlarının ve uygulamalarının bütünleştirilmesi, disiplinler içinde artan kavramsal öğrenmeye yol açtığına ilişkin umut verici bilgiler sunmasının yanında, mühendislik ve teknoloji alanındaki kazanımları da desteklediğini göstermektedir (Honey ve diğ., 2014). Bütünleşik STEM eğitiminin her bir türevi “farklı planlama yaklaşımı, kaynak ihtiyacı, uygulama zorlukları ve öğrenme çıktıları sunmaktadır” (Honey ve diğ., 2014, s. 31). Bu türevlerin başarısı etkin bir şekilde planlama, uygulanma ve değerlendirme gerektirir. Bu nedenle Honey ve diğerleri (2014) tarafından; (1) bütünleşik STEM eğitiminin hedefleri, (2) bütünleşik STEM eğitiminin öğrenme çıktıları, (3) bütünleşmenin kapsamı ve doğası, (4) bütünleşik STEM eğitiminin uygulanması olmak üzere belirlenen bütünleşik STEM eğitiminin genel ve alt bileşenleri (Şekil 2.3) STEM eğitimi yaklaşımı uygulayıcıları tarafından göz önünde bulundurulmalıdır. Honey ve diğerlerine (2014) göre bütünleşik STEM eğitimi ile ilgili çalışmaların artması bu alanda etkili bir yöntem olduğu anlamına gelmemektedir. Honey ve diğerleri (2014) tarafından hazırlanan raporda araştırmalardan elde edilen bulgular bütünleşik STEM eğitimi için üç önemli sonucu ortaya koymuştur.

1. Entegrasyon öğrenciler tarafından yapılamadığından dolayı açık olmalıdır. Bu nedenle, hem disiplinler içerisinde hem disiplinler arasında bilgi ve beceri kazandırmak için öğrencilere kasıtlı ve açık destek sağlayan bütünleşik deneyimler tasarlamak önemlidir.

2. Öğrencilerin her bir disiplin içerisindeki bilgisi desteklenmelidir. Öğrencilerin bireysel disiplinlerdeki ilgili fikirleri çok az anlamaları veya hiç anlamamaları durumunda disiplinler arası fikirleri birbirine bağlamak zorlaşmaktadır...

3. Daha fazla bütünleşme mutlaka daha iyi değildir. STEM konuları arasında bağlantı kurmanın faydaları ve güçlüklerine yer veren çalışmalarda; biliş ve öğrenmedeki potansiyel değişimleri açıklayan bütünleşik STEM eğitiminin uygulanmasına yönelik ölçülebilir stratejik yaklaşımların önemi göz ardı edilmemelidir (akt. Gencer ve diğ., 2019).

Honey ve diğerlerinin (2014) hazırladığı raporu STEM uygulayıcıları öğretmenler tarafından dikkatle değerlendirilmelidir. STEM eğitimi yaklaşımıyla derslerin tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi sürecinde bütünleşik STEM eğitiminin genel özellikleri ve alt bileşenleri ile araştırmalardan elde edilen bulgular dikkatle değerlendirilmelidir.



Şekil 2.3. Bütünleşik STEM eğitiminin genel özelliklerini ve alt bileşenlerini gösteren tanımlayıcı çerçeve

Not: Şekil örneği "Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. (ss.33) National Academies Press" künyeli çalışmadan alınmıştır.

Moore ve diğerleri (2014) STEM bütünleşmesinin derslerinin tasarımı ve uygulanması sırasında kullanılan içerik hedefleri için içerik bütünleşmesi ve bağlam bütünleşmesi olmak üzere iki farklı model kullanıldığını belirtmişlerdir. Sonrasında Bryan ve diğerleri (2015) bir üçüncü bütünleşme çeşidi olarak destekleyici içerik bütünleşmesini eklemişlerdir. Ancak bu üç modelin bir arada kullanıldığı anlamlı içerik bütünleşmesini nihai hedef olarak belirlemişlerdir. İçerik bütünleşmesinde STEM ünite ya da dersleri

çoklu öğrenme hedeflerine sahiptir. Bu üniteler, birden fazla STEM içerik alanını tek bir müfredat etkinliğinde birleştirmeye odaklanır. Destekleyici içerik bütünleşmesi ise ana içeriğin öğrenme hedeflerini (ör., fen) desteklemek için kapsam dâhilinde başka bir içeriğin (ör., matematik) kullanıldığı ünite ve aktiviteleri kapsar. Bağlam bütünleşmesinde, bir disiplinin öğrenme hedefleri başka bir disipline bağlam olarak yerleştirilir.

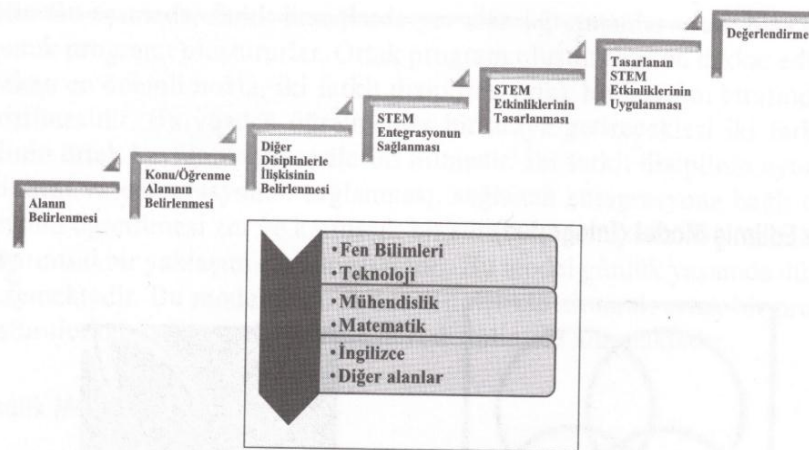
Moore, Johnson, Peters-Burton ve Guzey (2016) tarafından sınıflarda STEM disiplinlerinin birleştirilmesine yönelik olarak geliştirdikleri kavramsal çerçevede altı temel unsuru vurgulamışlardır; (1) öğrenciler için kişisel olarak anlamlı bir amaca, içerikle ilişki kurmalarına izin veren motive edici ve ilgi çekici bağlam, (2) öğrencilerin mühendislik düşüncesi, teknolojik ilerleme ve tersine mühendislik uygulamalarını içeren mühendislik tasarım zorluklarına katılmaları, (3) öğrencilerin başarısızlıktan öğrenme ve yeniden tasarıma katılmalarına fırsat verilmeli, (4) proje ya da probleme dayalı öğrenmenin güçlüklerini yaşarken standartlara dayalı fen ve/veya matematik hedefleri yer almalı, gerçek yaşam sorunları disiplinler ötesinde bir sorun olduğu için diğer disiplinlere ait hedefler de uygun bir şekilde yer alabilir, (5) içeriğin öğrenci merkezli bir şekilde öğretilmesi zorunludur. Öğrencilerin kavramsal bilgilerini derinleştirmek, zorluklarla başa çıkmaları ve kendi başlarına düşünme fırsatları yaratmak gereklidir, (6) 21. yüzyıl iş gücünde hayat için zorunlu olan takım çalışması ve iletişim becerilerini vurgulamalıdır.

Jolly (2017) bir programı STEM olarak adlandırabilmek için aşağıda tanımlanan sekiz kriter belirlemiştir. Belirtilen kriterlerin sadece bu kadar olmadığını ancak okuldaki bir STEM programı ya da uygulamasını tanımlamak için kullanılabileceğini belirtmiştir.

1. Fen, matematik ve teknolojiyi entegre etmek için bir mühendislik tasarım süreci kullanılır.
2. Fen ve matematik içeriği standartlara dayalı sınıf seviyesine uygun bir şekilde uygulanır.
3. Öğrenciler gerçek dünya problemlerini veya mühendislik zorluklarını çözmeye odaklanırlar.
4. Öğrenciler düzenli olarak prototipler ve ürünler planlamak, tasarlamak ve oluşturmak için takımlar halinde çalışır, daha sonra bunları test edip değerlendirir ve nasıl geliştirileceğini planlar.
5. Öğrenciler yaşadıkları zorlukları tanımlamak ve sonuçlarını gerekçelendirmek için çeşitli iletişim yaklaşımları kullanırlar.
6. Öğretmenler, uygulamalı soruşturmayı içeren sorgulama temelli, öğrenci merkezli öğrenmeyi kolaylaştırır.

7. Başarısızlık, tasarım sürecinin doğal bir parçası ve iyileştirilmiş veya başarılı bir çözüm yaratma yolunda atılmış önemli bir adım olarak görülmektedir.
8. Öğrenciler STEM kariyerleri ve / veya yaşam uygulamalarıyla tanışırlar (s.25).

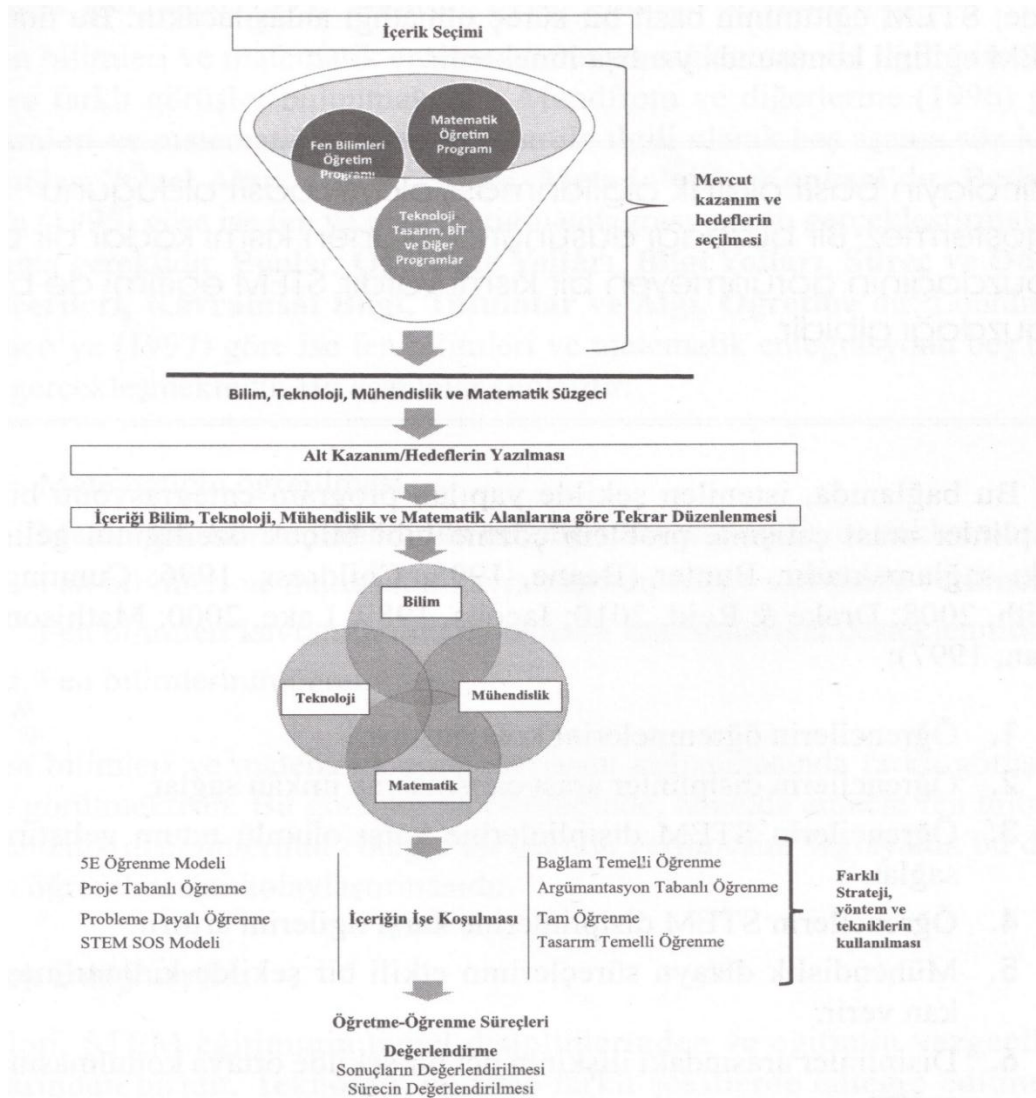
Yıldırım (2018) STEM entegrasyonuna ilişkin olarak 6 basamaktan oluşan (Şekil 2.4) bir model geliştirmiştir. Bu modele göre; (1) fen bilimleri ya da matematik alanlarından birisi seçilir, (2) öğretilmek istenen konu/öğrenme alanı belirlenir, (3) belirlenen alan kapsamında konu/öğrenme alanının diğer disiplinlerle ilişkisi belirlenir ve belirlenen ilişkiler doğrultusunda içerik tekrar düzenlenir, (4) STEM eğitime uygun etkinlikler tasarlanır, (5) ve (6)'ncı aşamalarda tasarlanan STEM etkinliklerinin uygulanması ve değerlendirilmesi kapsar (s.26-27). Yıldırım'a (2018) göre bu aşamalar doğrultusunda hazırlanan bir ders planının etkili ve verimli sonuçlar ortaya çıkardığı belirtilmiştir. Bununla birlikte Yıldırım'a (2018) göre STEM eğitimi için bir program geliştirme sürecinin olması gerekmektedir (Şekil 2.5). Bu amaçla Yıldırım (2016) tarafından geliştirilen STEM program şemasına göre; içerik STEM disiplinleri süzgecinden geçirilir ve tekrar düzenlenir, düzenlenen içeriğe STEM disiplinlerinin tamamının eklenmesi gerekir. Genişleyen içerik derinlemesine öğrenmeye imkân verecek şekilde tekrar tasarlanır. Bu aşamada konuların günlük yaşam la bağlantılı olması ve 21. yy. yaşam becerilerini kapsamı önemlidir. Düzenlenen içerik öğrenme-öğretme süreçleri de dahil edilerek öğretilmeye çalışılır ve son olarak bu süreçler değerlendirilir.



Şekil 2.4. STEM entegrasyon aşamaları (Yıldırım, 2018 s.26).

Not: Şekil örneği "Yıldırım, B. (2018). *Teoriden pratiğe STEM eğitimi: Uygulama kitabı*. Ankara: Nobel Yayınları" künyeli çalışmadan alınmıştır.

Yıldırım (2018) STEM eğitimi ile 5E öğrenme modeli, ilk aşamasında araştırma temelli öğrenmeye uygun projelerin yer aldığı, ikinci ve üçüncü aşamalarında ise proje tabanlı öğrenmeye uygun olarak tasarlanan, ilk olarak Harmony School tarafından ortaya konulan STEM SOS modeli ve bağlam temelli öğrenmeyi önermektedir. 5E öğrenme modeline göre giriş, keşfetme ve açıklama basamaklarında istenen konu öğretilir, diğer disiplinlerle bağlantı kurulur ancak entegrasyon derinleştirme aşamasında kurulur. Değerlendirme aşamasında ise süreç ve ortaya çıkan ürün değerlendirilir.



Şekil 2.5. STEM program şeması (Yıldırım, 2018 s.27)

Not: Şekil örneği “Yıldırım, B. (2018). Teoriden pratiğe STEM eğitimi: Uygulama kitabı. Ankara: Nobel Yayınları” künyeli çalışmasından alınmıştır.

Çorlu (2017) tarafından geliştirilen bütünlük öğretmenlik çerçevesi (Şekil 2.6), STEM eğitimi uygulayıcısı öğretmenler, eğitimciler ve araştırmacılar için farklı bilgi ve

veri kaynaklarına dayanılarak geliştirilmiş öğretime yönelik kuramsal bir yol haritasıdır (Aşık, Küçük, Helvacı ve Çorlu, 2017). Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi, bilgi temelli hayat problemi etrafında fen, matematik mühendislik disiplinlerini ve bu disiplinlere ilişkin olarak; fen- bilimsel sorgulama, matematik- matematiksel modelleme, teknoloji- hesaplamalı düşünme, mühendislik- proje tabanlı öğrenme, olarak her disipline özgü süreçleri göstermektedir.

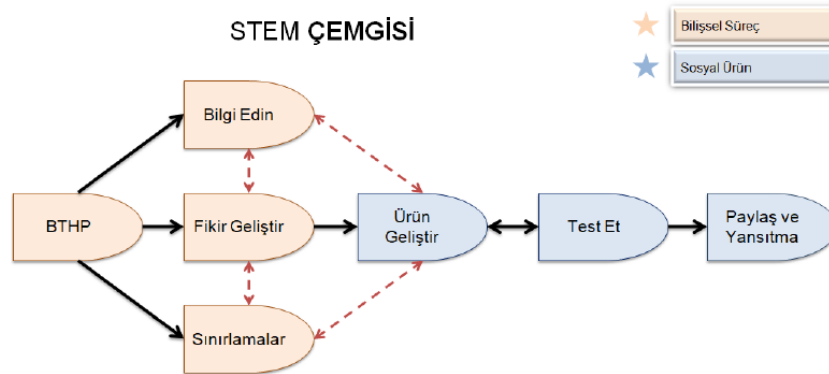


Şekil 2.6. Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi

Not: Şekil örneği “Çorlu, M. S. (2017). STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi [STEM: Integrated Teaching Framework]. In M. S. Çorlu & E. Çallı (Eds.), STEM Kuram ve Uygulamaları (pp. 1–10). İstanbul: Pusula” künyeli çalışmasından alınmıştır.

Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi ile disiplinlerin bütünleştirilmesine ilişkin olarak yöntemsel bütünleştirme önerilmektedir. Aşık ve diğerlerine. (2017) göre yöntemsel bütünleştirme “hem belirli bir alana (disipline) hem de belirli bir alan eğitimi ait yöntemlerin, diğer alanların öğretiminde öğretmen ve öğrencilerin ilgi alanlarına bağlı olarak seçilerek kullanılmasıdır (s. 203). “Bütünleşik öğretmenliğin bilişsel süreç yöntemleri olarak adlandırılan bu yöntemsel bütünleştirme için fen bilimleri özelinde bilimsel sorgulama, teknoloji için hesaplamalı düşünme, mühendislik için proje tabanlı öğrenme ve matematik için matematiksel modelleme önerilmektedir” (Aşık ve diğ., 2017, s.204). Bu bağlamda Çorlu (2017) tarafında bütünleşik öğretmenlik bilişsel süreç yöntemlerinin sınıf içi etkinliklere yönelik modellenmesi amacıyla öğretmen ve öğrencilerin kullanımı için bir öğrenme döngüsü olarak tanımlanabilecek bir STEM çemgisi geliştirilmiştir (Şekil 2.7).

STEM çemgisinin başlangıcında öğrenci ve öğretmenlerin 21. yy'a ait ilgi alanlarına dayanan Bilgi-Temelli Hayat Problemi (BTHP) yer almaktadır. Bu problemin 21. yüzyıl hayatına odaklı, birden fazla değişkenin dinamik ve karmaşık yapısının incelenmesine olanak sağlayan, dolayısıyla öğrencileri önceden belirlenmiş tek doğru bir çözüme yöneltmeyen ancak sınırlamalar ile iyi tanımlanmış bir problem olması önerilmektedir (Çorlu, 2017).



Şekil 2.7. STEM Çemgisi (Çorlu, 2017, s.4)

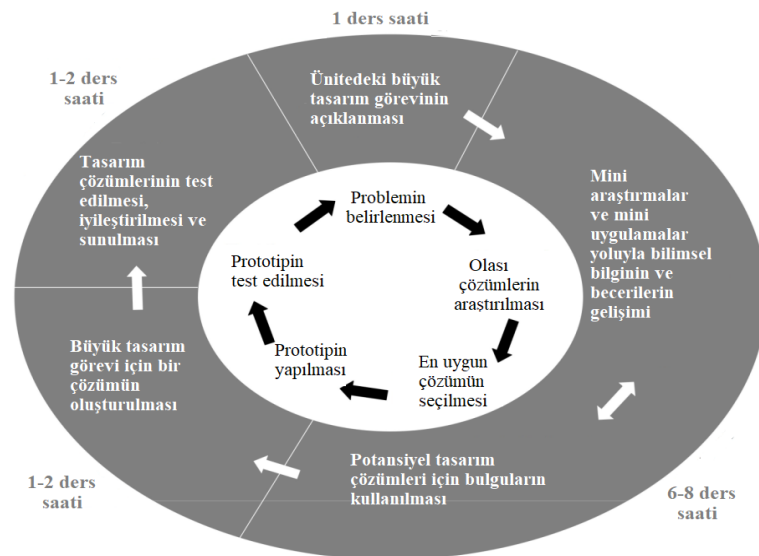
Not: Şekil örneği “Çorlu, M. S. (2017). STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi [STEM: Integrated Teaching Framework]. In M. S. Çorlu & E. Çallı (Eds.), STEM Kuram ve Uygulamaları (pp. 1–10). İstanbul: Pusula” künyeli çalışmadan alınmıştır.

Akgündüz (2018) yaptığı çalışmada bir STEM ders planının hazırlanması için uygulama rehberi hazırlamıştır. STEM ders entegrasyonu ve etkinlik planlarının hazırlanması için herhangi bir ders ya da ders dışında fen ya da matematik konusu öncelikli olarak belirlenir ve diğer disiplinlerle desteklenerek ürün elde edilir. Öncelikle müfredattan hangi kazanımların ele alınacağı planlanmalı ve 21. yy. becerileri vurgulanmalıdır. Akgündüz'e (2018) göre STEM ders planı hazırlamak için 5E öğrenme halkası oldukça uygundur.

Wendell ve diğerlerine (2010) göre mühendislik tasarımı hem bilim uygulamalarının kullanımını hem de bilim içerik bilgisini gerektiren bir tür faaliyettir. Bununla birlikte (Wendell ve diğ., 2010) mühendislik tasarım sürecini dağıtılmış biliş kavramının bakış açısından; bilimsel ürünler elde etmenin bilişsel yükünün tasarım ürünleri, takım arkadaşları ve tasarım koçları olan öğretmenler arasında yayılmasının fen öğreniminde öğrencinin kapasitesini artırabileceğini belirtmişleridir. Wendell ve diğerleri (2010) tarafından program geliştirme adımları için sekiz ilke belirlenmiştir. Bu ilkeler; (1) kazandırılmak istenilen 8 ile 10 arasında fen ve mühendislik kazanımının belirlenmesi, (2) öğrenme hedefleriyle ilişkili bilimsel araştırma-soruşturmanın gerçekleşmesine olanak

sağlayacak mühendislik tasarım görevinin belirlenmesi, (3) hem fen öğrenim hedeflerini karşılayacak fırsatlar sağlayan hem de mühendislik tasarım görevini başarmak için öğrencileri hazırlayacak aktivitelerin belirlenmesi, (4) öğretmen ve öğrencilerin gerçekleştirilecek aktiviteleri izlemelerine imkan veren planların ve öğrenci materyallerinin hazırlanması, (5) gerekli ek kaynakların oluşturulması, (6) pilot uygulamanın gerçekleştirilmesi, (7) Pilot çalışma için geri bildirim alma ve (8) tüm ders planları ve öğrenci materyallerinin gözden geçirilmesi.

Wendell ve diğerleri (2010) uygulama sürecinde beş basamakta oluşan mühendislik tasarım döngüsünün yer aldığı aynı zamanda bilimsel sorgulamaya ilişkin olarak sürecin nasıl gerçekleştirileceğine ilişkin olarak bir tasarım döngüsü (Şekil 2.8) önermişlerdir.



Şekil 2.8. Tasarım temelli fen eğitim süreci

Not: Şekil örneği "Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). Incorporating engineering design into elementary school science curricula. American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Louisville, KY" künyeli çalışmadan alınmıştır.

STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesine ilişkin birçok yol ve model ortaya konulsa da hangi yol veya yöntemin daha etkili olduğuna ilişkin yeterli çalışma bulunmamaktadır (Honey ve diğ., 2014). STEM kısaltması genelde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini temsil etmesine rağmen, bu disiplinlerin ötesinde sosyal bilgiler, dil yeterlilikleri ve sanat gibi pek çok alanı kapsamaktadır (Bybee, 2010; Sanders ve Wells, 2010). STEM eğitimini sadece bu dört disiplin içerisine sıkıştırmak gerçek hayat problemlerinin sadece bu dört disipline dayalı olarak çözülmesi yanlıgısını da beraberinde getirecektir.

STEM dersini sınıfında uygulayacak olan öğretmenlerin STEM disiplinlerine ait pedagojik alan bilgi ve becerisi, öğrencilerin hazırbulunuşluk seviyesi, sınıf ortamındaki eğitsel materyal STEM disiplinlerinin bütünleşmesine ilişkin modeli belirlemeye etkisi olacaktır. Bu bağlamda STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesine yönelik olarak teorik çerçevenin öğretmenler tarafından bilinmesi öğretmenin sahip olduğu bilgi, beceri ve eğitsel materyal göz önüne alınarak STEM derslerinin planlanması ve uygulanması gerekmektedir.

2.2. İlgili Araştırmalar

2.2.1. Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar

Yıldırım (2016) çalışmasında, ortaokul yedinci sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına, sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarına, motivasyonlarına, STEM'e karşı tutumlarına ve bilginin kalıcılığına olan etkisini tespit etmeyi amaçladığı çalışmasında karma yöntem kullanmıştır. Çalışmada öğrencilere akademik başarı, algı ölçeği, motivasyon ölçeği ve STEM tutum ölçeği uygulanmıştır. Çalışmada deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır. Nitel verilerin analizinde uygulamanın öğrencilerin mühendisliğe karşı görüşlerini olumlu etkilediği ve öğrencilerin gelecekte mühendislik mesleğini seçmelerine ilişkin olumlu görüşlere sahip olduklarını tespit etmiştir. Öğrencilerle yapılan odak grup görüşmelerinden elde edilen verilerin analizleri sonucunda, STEM uygulamalarının öğrencilerde anlamlı öğrenmeyi sağladığı sonucuna ulaşmıştır. Bununla birlikte uygulamaların öğrencilerin 21 yüzyıl becerilerini de geliştirdiği yönünde bulgular elde edilmiştir.

Gülen (2016) çok disiplinli yaklaşımların entegrasyonu ile hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin akademik başarısına, yansıtıcı düşünme gücüne ve psiko-motor becerilerine olan etkisini incelemek amacıyla karma yöntem kullanılmıştır. Araştırmada akademik başarı testi, öğrencilerin uygulama becerilerinin ölçülmesi için psiko-motor gözlem formu, öğrencilerdeki duyuşal değişimlerin belirlenmesinde ise yansıtıcı düşünme testi kullanılmıştır. Ayrıca STEM eğitimi entegreli Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) yaklaşımı etkinlikleri ile gözlem, görüşme ve doküman incelenmesi yapılmıştır. Araştırma, benzer sosyoekonomik düzeye sahip aynı okulda öğrenimlerini sürdüren benzer düzeydeki 20 öğrenciden oluşan deney ve aynı sayıdaki kontrol grubu sınıfları ile yürütülmüştür. Araştırma sonucunda STEM entegreli ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin

psiko-motor becerilerinin gelişimine etkisinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, bu yaklaşım ile öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin geliştiği, uygulanan etkinliklerin kontrol grubunda uygulanan mevcut öğretim programına göre öğrencilerin akademik başarısını artırdığı belirlenmiştir.

Ercan (2014) çalışmasında tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik akademik başarılarına, karar verme becerilerine, mühendislik disiplinine yönelik görüş ve yeterliklerine etkisinin belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırma, yedinci sınıfta öğrenimlerini sürdüren 30 öğrenci ile yürütülmüştür. Karma yöntem araştırma desenlerinden iç içe gömülü desenin özel bir türü olarak, tek aşamalı deneysel gömülü desen ekseninde kurgulanmıştır. Uygulamada 7. sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesi kazanımlarını kapsayacak şekilde, üç tasarım temelli fen eğitimi modülü geliştirilerek uygulanmıştır. Çalışmada Kuvvet ve Hareket ünitesi akademik başarı testi, karar verme becerisi testi ve mühendislik disiplini bilgi formu geliştirilmiş ve çalışmanın nicel verilerini toplamak amacıyla kullanılmıştır. Çalışmanın nitel verileri öğrencilerin kullandıkları dokümanlar, öğrenci günlükleri, görüşme formları, alan notları ve mühendisliğe yönelik düşünceler soru formlarıyla elde edilmiştir. Araştırma sonucunda tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin kuvvet ve hareket ünitesine yönelik akademik başarılarının, karar verme becerilerinin ve mühendisliğe yönelik bilgi düzeylerinin gelişimini olumlu yönde geliştirdiği sonucuba ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin mühendislik tasarım süreci uygulama becerilerinin geliştiği tespit edilmiştir. Nitel verilerin analizi sonucunda öğrencilerin mühendislerin sahip olması gereken özelliklerle ilgili düşüncelerinin gelişim gösterdiği, mühendisliğe ilişkin kariyer seçiminde olumlu görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir.

Pekbay (2017) çalışmasında, STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerine ve STEM alanlarına yönelik ilgilerine etkisini araştırmıştır. Ayrıca ortaokul öğrencilerinin STEM ile ilgili, STEM etkinlikleri ile ilgili ve uygulanan süreç ile ilgili görüşleri incelenmiştir. Karma yöntem desenlerinden iç içe geçmiş desen kullanılarak, 7. sınıf Bilim Uygulamaları seçmeli dersi kapsamında öğrenim gören 35 deney grubu ve 36 kontrol grubu olmak üzere toplam 71 ortaokul öğrencisi araştırmanın çalışma grubunu oluşturmuştur. Nicel veriler STEM Alanlarına İlgi Ölçeği ile, nitel veriler ise etkinlik çalışma kâğıtları, STEM alanları ilişki kâğıdı, öğrenci günlükleri, uygulamalar süresince gerçekleştirilen gözlemler sonucu elde edilen alan notları, sürece yönelik düşünceler formu ve öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerle toplanmıştır. Araştırma sonucunda, STEM etkinliklerinin öğrencilerin günlük

yaşama dayalı problem çözme becerilerini geliştirdiği, öğrencilerin STEM'e yönelik ilgilerinde de olumlu yönde değiştiği sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmanın nitel verilerinden elde edilen bulgular ise uygulama sürecinin öğrencilerin STEM'e yönelik görüşlerinde olumlu bir değişikliğe sebep olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda öğrenciler Bilim Uygulamaları dersinin STEM etkinlikleri ile işlenmesini olumlu olarak değerlendirmişlerdir. Öğrencilerin etkinlikleri değerlendirdikleri verilere göre öğrencilerin genel olarak etkinlikte kullandıkları STEM alanlarını uygulanan etkinlik ile ilişkilendirdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin etkinlik ile ilgili olumlu görüşleri arasında en çok; etkinliğin eğlenceli olması, etkinlikte grup çalışması olması ve etkinlikte fen kavramlarını öğreniyor olmaları yer almaktadır. Öte yandan öğrenciler bazı malzemeden kaynaklı sebeplerden dolayı ve yapıyı tasarlamayı etkinliğin olumsuz yönleri olarak belirtmişlerdir.

Gülhan ve Şahin'in (2016) STEM entegrasyonunun beşinci sınıf öğrencilerinin algı ve tutumlarına etkisinin incelenmesi amaçladıkları çalışmada ön-test (n=27), son-test (n=28) kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın nicel verileri STEM Algı Testi ve STEM Tutum Testi ile toplanmış, kontrol grubuna MEB tarafından önerilen ders kitabında yer alan etkinlikler, deney grubuna ise araştırmacılar tarafından geliştirilen STEM etkinlikleri uygulanmıştır. Araştırmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarını geliştirdiği sonucuna varılmıştır.

Şimşek'in (2019) yarı deneysel gerçekleştirdiği çalışmada 26 deney 26 kontrol grubu olmak üzere toplam 52 yedinci sınıf öğrencisi yer almıştır. Çalışmada FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin bilişsel süreç becerileri, fen tutum ve ilgilerine etkisi ve uygulamalara ilişkin öğrencilerin görüşleri araştırılmıştır. Toplam 14 hafta süren çalışma sonunda öğrencilerin FeTeMM hakkında olumlu düşüncelerine sahip oldukları ve etkinliklerin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ile fen tutum ve ilgileri üzerine deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

2.2.2. Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar

Duran ve Şendağ (2012) ABD'de Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation [NSF]) tarafından Öğrenciler ve Öğretmenler için Yenilikçi Teknoloji Deneyimleri (Innovative Technology Experiences for Students and Teachers [ITEST]) programı tarafından finanse edilen Formasyon Teknolojisine İlgili Artırmak (In-formation Technology [FI3T]) projesi kapsamında on sekiz aylık bir müdahale döneminde 47 katılımcı ile birlikte yarı deneysel bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma teknoloji destekli

ve tasarım tabanlı işbirlikli stratejiler ile desteklenen bilgi teknolojileri /STEM deneyimlerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin gelişimi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Shahali, Halim, Rasul, Osman ve Zulkifeli (2016) beş aşamalı mühendislik tasarım sürecinin uygulanmasını içeren proje tabanlı öğrenme yoluyla bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımını benimseyerek yaptıkları çalışmada öğrencilerin STEM konularına olan ilgisini ve bütünleşik STEM eğitim programına katıldıktan sonra STEM kariyerine devam etme konusundaki değişiklikleri belirlemeyi amaçlamışlardır. İki grup öğrenciyle (n = 129) ve (n = 113) gerçekleştirilen çalışmada bir gruba ait veriler 2014 diğer gruba ait veriler ise 2015 yılında toplanmış, tek grup yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Sonuç olarak programa katıldıktan sonra STEM konularına ve kariyere olan ilgi için ortalama puanlarda önemli bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Bulgular ayrıca programın öğrencilerin ilgi düzeyini değiştirmede etkili olduğunu ve sonuç olarak hem 2014 hem de 2015 grupları için STEM kariyerine ilginin arttığını göstermiştir.

Tati, Firman ve Riandi, (2017) yaptıkları çalışmada bir tekne projesi tasarlama yoluyla enerji konusunun STEM eğitimi yaklaşımıyla öğretildiği bir etkinliğin öğrencilerin STEM okuryazarlığı üzerine etkisini araştırmayı amaçlanmıştır. Çalışmanın yöntemi ön-test, son-test kontrol gruplu yarı deneysel randomize olmaya bir model kullanmışlardır. Deneye grubuna proje tabanlı STEM yaklaşımı ile, kontrol grubuna ise proje tabanlı öğrenme yaklaşımı ile dersler uygulanmıştır. Bilim okuryazarlığı, matematik okuryazarlığı ve teknoloji mühendisliği okuryazarlığından oluşan STEM okuryazarlığını ölçmek için araştırmacılar tarafından STEM Okuryazarlığı test aracı geliştirilmiştir. Elde edilen sonuca göre tüm alanlarda STEM okuryazarlık düzeyinin deney grubu lehine olduğunu göstermiştir. Bu farklılığı deney sınıfı ve kontrol sınıfı arasındaki STEM okuryazarlığının geliştirilmesindeki farklılık, öğrencilerin bilgiyi STEM'in her alanından uygulamalarını gerektiren tasarım mühendisliği faaliyetinin varlığı ile açıklamışlardır.

Guzey, Harwell, Moreno, Peralta ve Moore (2016). Yaptıkları yarı deneysel çalışmada, öğretmen tarafından geliştirilen, mühendislik tasarım tabanlı STEM müfredat ünitelerinin farklı ırklar, cinsiyet, özel eğitim durumu ve sınırlı İngilizce yeterlilik statüsündeki 4 ile 8. sınıf öğrencileri arasında öğrenme ve başarı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Deney ve kontrol öğrencileri (n = 4450) bilim, mühendislik ve matematikte ön test ve son test değerlendirmelerinin yanı sıra bir matematik testi uygulanmıştır. Elde edilen fen sonuçları için tek seviyeli regresyon sonuçları müdahalenin olumlu sonuca ulaştığını desteklemesine rağmen ancak çok düzeyli analizler müdahalenin

etkisinin çok önemli olmadığını göstermiştir. Ayrıca mühendislik entegrasyonunun ırk ve cinsiyet üzerinde farklı etkileri olduğunu ve öğretmen cinsiyetinin sonuca bağlı olarak öğrenci alt grupları için mühendislik başarısındaki boşluğu azaltabileceğini veya arttırabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Mühendislik odaklı fen ünitelerinin kalitesi ve mühendislik eğitimi gibi diğer öğretmen faktörleri öğrencilerin mühendislikteki başarısını göstermesiyle ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Guzey, Moore, Harwell ve Moreno, (2016) üç ortaokul fen bilgisi öğretmeni ve 275 yedinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirdikleri çalışmada müfredatta yer alan bir ünitenin uygulanmasından önce ve uygulama sonrasında içerik değerlendirmeleri ve tutum anketleri uygulamışlardır. Eyaletler arası matematik testi yeterli puanları da dahil edilerek veriler analiz edilmiştir. Yapılan veri analizi sonuçlarına göre mühendislik tasarım tabanlı fen ünitesinin uygulamasının öğrenci tutumları ve öğrenmesi üzerindeki olumlu etki gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Indrasari, Parno, Hidayat, Purwaningsih ve Wahyuni (2020) yarı deneysel ön-test son-test uygulayarak STEM tabanlı kılavuzlu sorgulama uygulamasının öğrencilerin bilimsel okuryazarlığa etkisini araştırmışlardır. Lise öğrencileriyle gerçekleştirilen çalışmada müdahale sınıfının bilimsel okuryazarlığı geleneksel sınıftan daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır

Carter (2013) doktora tezinde bütünleşik STEM (bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik) müfredatının tanımlayıcı özellikleriyle ilgili fikir birliğine varmayı amaçlamıştır. STEM eğitim uzmanlarıyla üç aşamalı bir Delphi çalışması kullanmıştır: 1) uygun bütünleşik STEM müfredatını geliştirmek ve uygulamak için gerekli kategorik ve tanımlayıcı müfredat bileşenleri seti oluşturma; 2) bütünleşik STEM eğitim müfredatını tek disiplinli müfredat dışında belirleyen özellikleri tanımlama; 3) bir inisiyatif, proje veya müfredatın entegre STEM eğitimi olarak atıf yapıp yapmamasını ölçmek için gerekli bileşenleri tartışma; ve 4) bilim, matematik veya teknoloji ve mühendislik alanındaki panelistlerin disiplinler arası temeline dayanan tanımlayıcı özelliklerden önemli farkların var olup olmadığını incelenme. Elde edilen sonuçlar, STEM eğitiminin problem tabanlı veya proje tabanlı olması gerektiğini, ancak öğrencilerin otantik öğrenme deneyimlerini sağlamada diğer hususların da şart olduğunu göstermektedir. Panelde, STEM müfredatlarının çoğunluğunun bütünleşik olmadığı, ancak disipline özgü müfredatların kabul edildiğini ve birçok STEM programının, sağlam pedagojik uygulamalarla geliştirilemeyen faaliyetlerin ve belirli ürünlerin bulunduğu belirtilmiştir.

Olivarez (2012) doktora tezinde STEM eğitiminin 8. Düzeyinde öğrenimlerini sürdüren öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisini belirlemeyi amaçladığı çalışmasını 176 öğrenci ile gerçekleştirmiştir. 73 öğrencinin deney, 103 öğrencinin ise kontrol grubunu oluşturduğu çalışmada, STEM eğitiminin uygulandığı deney grubu ile kontrol grubu arasında matematik, fen ve okumaya ilişkin başarılarında deney grubu lehine anlamlı bir farkın olduğunu tespit etmiştir.

Rehmat (2015) doktora tezini yarı deneysel karma yöntem ile, 98 dördüncü sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Araştırma STEM içerik değerlendirmesi, standartlaştırılmış eleştirel düşünme testi, STEM tutum anketi, problem tabanlı öğrenme anketi ve sınıf gözlemlerinden alan notları kullanmış ve probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin içerik bilgisi, eleştirel düşünce ve STEM'e karşı tutumu üzerindeki etkisini araştırmıştır. Öğrencilerin problem tabanlı öğrenme ortamında STEM entegrasyon deneyimleri araştırılmış, nicel sonuçlar, içerik bilgisi, eleştirel düşünme becerileri ve STEM tutumu açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık ortaya koymuştur. Nitel sonuçların analizi sonucunda üç tema ortaya çıkmıştır: öğrenme yaklaşımları, artan etkileşim, mühendislik ve tasarım uygulaması. Genel veri setinden öğrenciler, problem tabanlı öğrenme ortamının, problemi çözmek için tasarım ve mühendislik de dahil olmak üzere çoklu yaklaşımları kullanmalarını sağladığını belirtmişlerdir. Öğrencilerin problem tabanlı öğrenme deneyimi: Problem tabanlı öğrenme sonrasında uygulanan açık uçlu soruların ve gözleme dayalı alan notlarının analizi nitel fenomenolojik tasarım ile yürütülmüştür. Verilerin güvenilirliği için üçgenleme yapılmıştır. Açık uçlu sorular ve sınıf gözleminden elde edilen notlar içerik analizi ile çözümlenmiştir.

Ayres (2016) doktora tezinde, profesyonel bir gelişim sonrasında bir matematik ve fen öğretmenin arasındaki iş birliğine dayalı öğretim ilişkisinin etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Öğretmenler, birleştirici olarak mühendislik tasarımını kullanarak matematik ve fen standartlarını öğretmek için ortak bir entegre STEM ünitesi kullanmışlardır. Öğretmenler ders planları hazırlayarak uygulamışlar, uygulama videoya kaydedilmiştir. Öğretmenler uygulama öncesi ve sonrası mülakatlar ve günlük olarak deneyimlerini kaydedilmiştir. Bu veriler, iş birliğini belgelemek ve iş birliğinin etkilerini belirlemek için analiz edilmiştir. Nitel veriler, öğretmen görüşmeleri, ders planlama analizi, video analizi ve günlük kayıtların analizi içermektedir. Uygulama bir matematik ve bir fen bilgisi öğretmenin ortak derse girdiği bir 7. sınıfta uygulanmıştır. Uygulama öncesi ve sonrası mülakatlar, belgelerin toplanması (ders planları, öğretmenlerin günlük kayıt defterleri), uygulama esnasında gözlem ve video kaydı, öğretim planlama toplantılarının gözlemleri ve

gözlemlerden elde edilen alan notları analiz edilmiştir. Çalışmada üniteyi uygulamak için iş birliği içinde çalışan öğretmenlerin benzer zorluklarla karşılaştığı tespit edilmiştir.

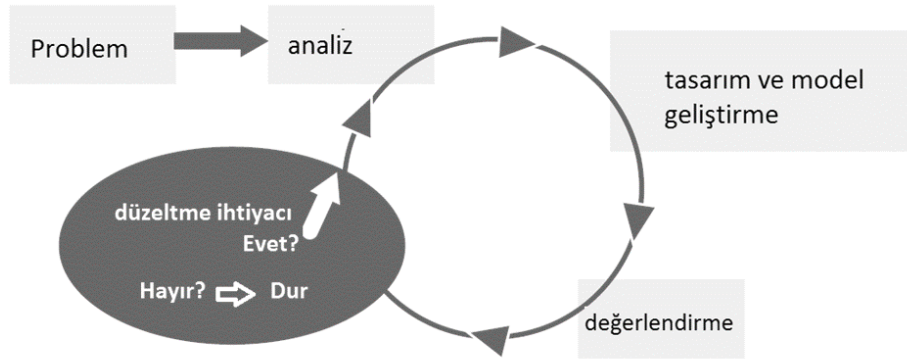
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin toplanması, verilerin analizi ve geliştirilen ölçme araçlarına ilişkin geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları ortaya konulmuştur. Tasarım tabanlı araştırma yönteminin doğasına uygun bir şekilde hazırlık, prototip oluşturma ve değerlendirme aşamalarına ilişkin olarak veri toplama araçları, veri toplama süreci ve verilerin analizi sırasıyla sunulmuştur.

3.1. Araştırma Deseni

Araştırmacının aynı zamanda uygulayıcı olduğu bu araştırma, nitel ve nicel araştırma yöntemlerinden oluşan tasarım tabanlı araştırma yöntemi ile desenlenmiştir. Bell'e (2004) göre öğrenme, herhangi bir disiplinin, teorik perspektifin ya da araştırma yönteminin çalışma alanında bulunamayacak kadar karmaşık bir olgudur. Gerçek yaşam ortamlarında eğitimsel yeniliği tasarlamak ve sürdürmeye çalışarak öğrenmenin doğası ve koşulları hakkında önemli bilgilere ulaşabilme fikrine dayanan tasarım tabanlı araştırma, karmaşık eğitimsel müdahaleler yoluyla yapılacak çalışmalar için düzenli bilgiler sunmaktadır. Tasarım tabanlı araştırma "deneysel çalışma yoluyla geliştirilebilecek ve altta yatan teorinin daha basit bir şekilde anlaşılmasına katkıda bulunabilecek karmaşık müdahaleler üretmek için teori odaklı tasarımdır" (Design Based Research Collective [DBRC], 2003, s.7).

Doğası gereği eğitsel uygulamadaki karmaşık problemler için araştırma temelli çözümler geliştirmeyi veya öğrenme ve öğretme süreçleri ile ilgili teorileri geliştirmesinin yanında doğrulamayı da amaçlayan tasarım tabanlı araştırma karmaşık ve çok yönlü bir araştırma sürecidir (McKenney ve Reeves, 2012; Plomp, 2013). Wang ve Hannafin'e (2005) göre tasarım tabanlı araştırma, "... gerçek dünyadaki araştırmacılar ve uygulayıcılar arasındaki iş birliğine dayanan, yinelemeli analiz, tasarım, geliştirme ve uygulama yoluyla eğitim uygulamalarını iyileştirmeyi amaçlayan ve içeriğe duyarlı tasarım ilkelerine ve kuramlarına götüren sistematik fakat esnek bir metodolojidir" (s.6). "Pragmatik- gömülü-etkileşimli, tekrarlamalı ve esnek- bütünleştirici ve bağlamsal" (Wang ve Hannafin, 2005, s.7) olan tasarım araştırmasının amacı ne olursa olsun araştırma süreci Şekil 3.1'de gösterildiği gibi sistematik eğitim tasarımı süreçlerini içermelidir (van den Akker, Gravemeijer, McKenney ve Nieveen, 2006).



Şekil 3.1. Sistematik tasarım döngülerinin yinelemesi

Not: Şekil örneği “Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (Eds.). (2013). *Educational design research*” künyeli çalışmadan alınmıştır.

Tasarım araştırmasında, bir teorisyen veya araştırmacı bir öğrenme probleminin analizinde, müdahaleler için oldukça spesifik fikirler ortaya çıkarmaktadır. Tasarımcılar daha sonra, teori ve araştırmanın öngördüğü öğrenme kazanımlarını gerçekleştirmek için tasarlanmış belirli öğretim, öğrenme materyalleri ve yöntemleri oluşturmak için bilgi teknolojisi kullanan sistemler oluştururlar. Teorik analiz doğruysa, bu müdahaleler belirgin bir şekilde daha etkili sonuçlar vermelidir. Bu sistemlerin tasarlanması, bir hayal ürünü ya da teoriden doğrudan bir çıkarım değil bir araştırma- geliştirme gayretidir. Tasarımcılar müdahaleleri oluşturmak için, teori tarafından önerilen tasarımın belirli özelliklerine, öğrencilerin ve öğretmenlerin nasıl tepki verdiklerini araştırmaya ihtiyaç duyarlar (Walker, 2006).

Alanyazında tasarım tabanlı araştırmanın araştırmacılar ve uygulayıcılar arasında yoğun iş birliğine dayalı, yinelemeli, geliştirme ve düzeltmeleri kapsayan ve uzun vadeli bir araştırma sürecini kapsadığını belirten çalışmalara sıklıkla rastlanmaktadır (Amiel ve Reeves, 2008; Burkhardt, 2006; Walker, 2006). Bu nedenle eğitim araştırmalarında yüksek lisans ve doktora öğrencilerinin tez çalışmaları için elverişli olmadığı varsayımı öne sürülse de (Goff ve Getenet, 2017), son yıllarda bazı çalışmalar tasarım tabanlı araştırmanın lisansüstü tezler için de uygun olduğunu vurgulamaktadır (Abdallah ve Wegerif, 2014; Goff ve Getenet, 2017; Herrington, McKenney, Reeves ve Oliver, 2007; Kennedy-Clark, 2013). McKenney and Reeves (2012), tasarım tabanlı araştırmanın çoklu yinelemelere sahip, geliştirmeyi ve düzeltmeleri kapsayan uzun vadeli bir araştırma olduğunu belirtse de bunun lisansüstü öğrencilerinin tasarım tabanlı araştırma

yapamayacağı anlamına gelmediğini, lisansüstü çalışmanın mikro ve mezo-döngü şeklinde yapılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Herrington ve diğerleri (2007) tarafından Reeves'in (2006) tasarım tabanlı araştırma sürecini temel alarak doktora öğrencileri için geliştirdikleri tasarım tabanlı araştırmanın aşamaları Tablo 3.1'de sunulmuştur. Tablo 3.1'de tasarım tabanlı araştırmanın aşamaları, gerekli bölüm başlıkları listelenmiş ve tez önerisi hazırlayan doktora öğrencileri için kısa kurallar ve öneriler verilmiştir.

Tablo 3.1. Bir Araştırma Önerisinin Tipik Unsurlarına Karşı Haritalanmış Tasarım Temelli Araştırmanın Aşamaları

Aşama	Öğe	Durum
<i>Tasarım Tabanlı Araştırmanın Evreleri</i> (Reeves, 2006)	<i>Açıklanması gereken konular</i>	<i>Araştırma önerisindeki konumu</i>
AŞAMA 1: Araştırmacılar ve uygulayıcıların iş birliği içinde uygulama sorunlarının analizi	Problem durumu Araştırmacılar ve uygulayıcılarla istişare Araştırma soruları Alanyazın taraması	Problem Durumu veya Giriş veya Gerekeç veya Arka Plan Araştırma soruları Alanyazın taraması
AŞAMA 2: Mevcut tasarım ilkeleri ve teknolojik yenilikler doğrultusunda teorik çerçeve çözümlerinin geliştirilmesi	Kavramsal çerçeve Müdahalenin tasarımına rehberlik edecek taslak ilkelerin geliştirilmesi Önerilen müdahalenin tanımlanması	Kavramsal çerçeve Yöntem
AŞAMA 3: Yinelemeli test döngüsü ve çözümlerin iyileştirilmesi	Müdahalenin uygulanması (ilk yineleme) Katılımcılar Verilerin toplanması Verilerin Analizi Müdahalenin uygulanması (ikinci ve sonraki yinelemeler) Katılımcılar Verilerin toplanması Verilerin Analizi	Yöntem
AŞAMA 4: Tasarım ilkeleri üretmek için yansıma ve çözüm uygulamalarını geliştirme	Tasarım ilkeleri Tasarlanmış eserler Profesyonel gelişme	Yöntem

Not: Tablo "Herrington, J., McKenney, S., Reeves, T. & Oliver, R. (2007). Design-based research and doctoral students: Guidelines for preparing a dissertation proposal. In C. Montgomerie & J. Seale (Eds.), Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2007 (pp. 4089-4097). Chesapeake, VA: AACE" künnyeli çalışmadan alınmıştır.

Herrington ve diğerleri (2007) bu yönergelerin önerilen bir başlangıç noktası olduğunu bir kural olarak düşünülmemesi gerektiğini belirtmişlerdir. Onlara göre her araştırma önerisi farklıdır ve doktora öğrencileri bu bölümleri kendi amaçlarına ve araştırmalarının doğasına uygun olarak değiştirmeye teşvik edilmelidir. Her ne kadar açıklamalar tasarım tabanlı araştırmanın esnek yapısını vurgulasa da Goof ve Getenet

(2017) ve Herrington ve diğeri (2007) tarafından doktora tezleri için tavsiye edilen modelin tasarım tabanlı araştırmanın gücünü yeterince vurgulamadığını, yaklaşımın çok yönlülüğünü ve esnekliğini göstermediğini öne sürmüşlerdir.

Goff ve Getenet (2017) yapmış oldukları çalışmada tasarım tabanlı araştırma yaklaşımı ile araştırma süreci yürütülen iki doktora çalışmasını karşılaştırmış, her iki doktora çalışmasında belirtilen potansiyel zorluklar ve bu zorlukların üstesinden gelmek için yapılabilecek muhtemel eylemler özetlenmiştir. Böylece doktora öğrencileri için doktora çalışmalarında tasarım tabanlı araştırmanın kullanılmasına ilişkin Tablo 3.2’de verilen ilkeleri belirlemişlerdir (Goff ve Getenet, 2017).

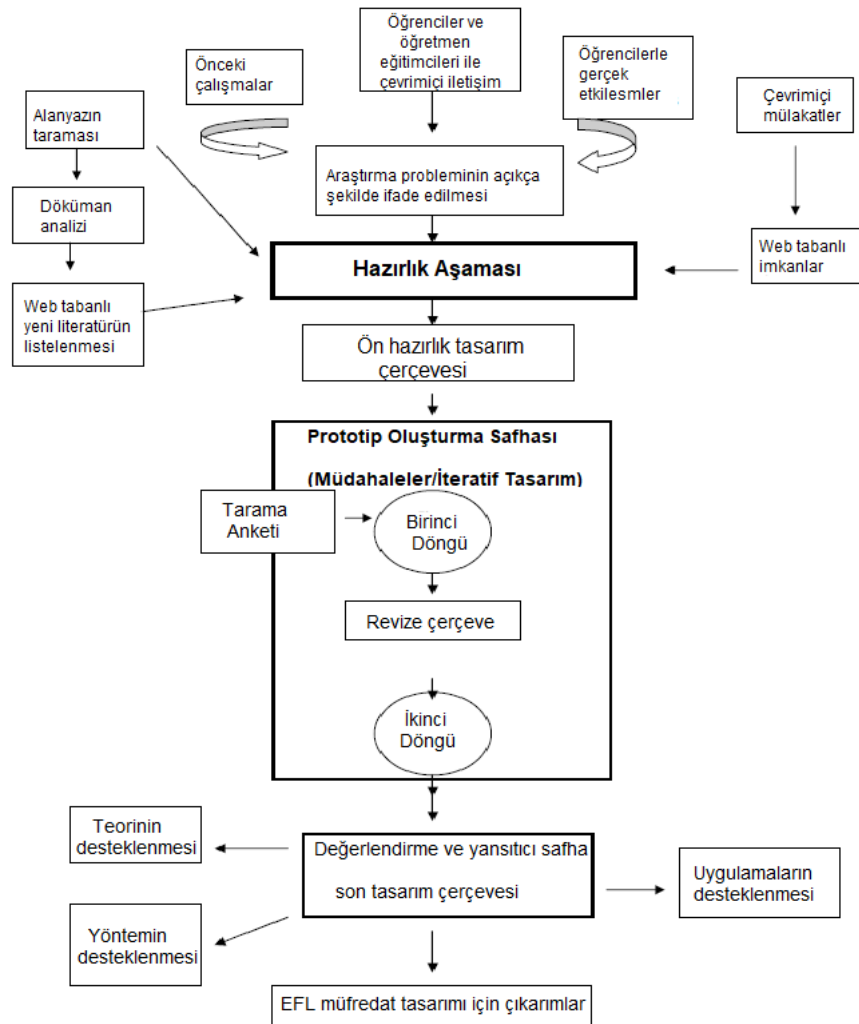
Tablo 3.2. Tasarım Tabanlı Araştırma Doktora Tez Çalışmaları İçin İlkeler

Aşama	Doktora Çalışmaları İçin İlkeler	Potansiyel Zorluklar	Eylemler
1	Araştırma önerisinin açık ve net bir şekilde belirlenmesi	İş birliği yapma Sınırlı zaman	Bağlamsal analiz ve araştırma projesinin açık ve net bir şekilde belirlenmesi
2	Araştırma projesinin uygulanması	Katılımcıların gereksinimleri Oluşturulan büyük veri kümesi Tarafsızlık	Veri toplanması ve devam eden analizler Soruşturma altındaki araştırma sorularına odaklanın Araştırmacının çalışılan fenomeni etkileme ve şekillendirmedeki rolünü dikkatlice tanımlayın. Projenin/çalışmanın değerlendirilmesi
3	Verilerin özetleyici (summatif) analizi Tasarım ilkelerinin açık ve net bir şekilde ifadesi	Büyük veri seti Veri kullanımı Sınırlı zaman	Araştırma sorularına cevap verme
4	Tezin sonlandırılması	Sınırlı zaman	Tüm projenin geçmişini de kapsayan analizi

Not: Şekil örneği “Goff, W. M., & Getenet, S. (2017). Design based research in doctoral studies: Adding a new dimension to doctoral research. International Journal of Doctoral Studies, 12, 107-121” künyeli çalışmadan alınmıştır.

Abdallah (2011) ve Plomp’un (2013) öne sürdüğü tasarım tabanlı araştırmanın üç aşaması: hazırlık, prototip oluşturma ve değerlendirme/yansıtma safhalarına dayalı olarak tasarım tabanlı araştırmanın doktora çalışmaları için bir versiyonunu geliştirmişlerdir. Abdallah’ın (2011) doktora çalışmasında geliştirdiği model, (1) tasarım için ilk teorik çerçeveyi geliştirmek üzere literatür ve keşfedici araştırmaların entegrasyonu, (2) ikinci yinelemenin geliştirilmesi için birinci yineleme çalışmasının sonuçlarını kullanarak, iki yinelemede süreçlerin ve ürünlerin dikkatli bir şekilde değerlendirilerek uygulanması, (3) tezin ana sonucu olarak sunulan ileri araştırma çalışmalarına hazır tasarım için yeni ve geliştirilmiş bir teorik çerçeve oluşturmak için ikinci yinelemeli sonuçlarının kullanılması, olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır (Abdallah ve Wegerif, 2014, s.20). Şekil 3.2’de, Abdallah’ın (2011) doktora çalışmasında EFL (English as a Foreign Language) öğrenci ve

öğretmenlerinin dil ile ilgili okuma yazma uygulamalarını güçlendirmeyi amaçlayan bir tasarım çerçevesi gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Doktora tez araştırması diyagramı

Not: Şekil örneği “Abdallah, M. M. S. (2011). *Web-based new literacies and EFL curriculum design in teacher education: A design study for expanding EFL student teachers' language-related literacy practices in an Egyptian pre-service teacher education programme*. Unpublished doctoral dissertation. University of Exeter” künyeli çalışmadan alınmıştır.

Doktora çalışmaları için Abdallah (2011) tarafından önerilen model üç aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar:

1. *Ön araştırma (hazırlık) aşaması*: İhtiyaç ve içerik analizi prosedürleri ile literatürün gözden geçirilmesi, çalışma için kavramsal veya teorik bir çerçeve geliştirilmiştir. Bu safhada çalışmanın problemin tanımlanması ve formüle edilmesi için katılımcılar ile çevrimiçi etkileşimler; alanyazındaki boşluğu belirlemek için ilgili deneysel çalışmaların gözden geçirilmesi ve hem EFL öğrenci öğretmenleri hem de eğitimcileri ile

gerçek etkileşimlerde (birkaç yıl önce başlayan uzun vadeli bir süreç) bulunulmuştur. Ayrıca temel araştırma terimlerinin açıklanması (web tabanlı yeni literatür, EFL öğretmen eğitimi ve müfredat tasarımı için) ve eşzamanlı olarak doküman analizi teorik bir temel sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Son olarak bu aşamada ön deneysel veriler web tabanlı yeni literatürün listesini oluşturan doküman analizi süreci ve bazı web tabanlı imkanlara yol açan çevrimiçi gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen bu iki sonuç tasarım çalışmasının bir sonraki aşaması olan prototip aşamasına rehberlik edecek olan ön tasarım çerçevesine bilgi sağlamak için gereklidir.

2. *Prototip oluşturma aşaması (yinelemeli tasarım aşaması):* İki yineleme bulunmaktadır. Her biri biçimlendirici değerlendirme ile müdahaleyi iyileştirmeyi ve düzeltmeyi amaçlayan en önemli araştırma faaliyetidir. Bunu, amaçlı örnekleme için uygulanan bir tarama anketi izler. Abdallah (2011) yaptığı çalışmada tarama anketleri yoluyla katılımcıların beceri, yeterlilik ve tutumlarını tanımlamayı amaçlamıştır. Her araştırma döngüsü bu sonuçlara dayanan ve nihai bir tasarım çerçevesine ulaşılan kadar bir sonraki döngüye rehberlik eden revize edilmiş bir çerçeveye ulaşılmasını sağlar.

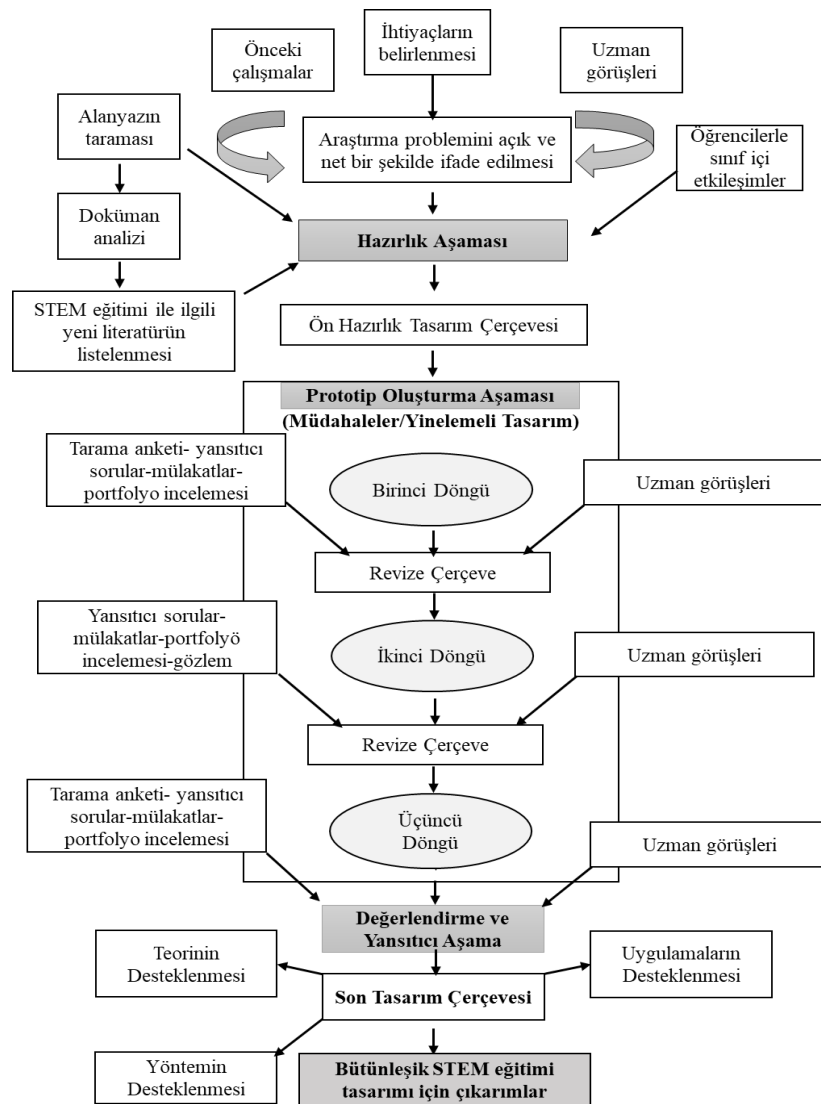
3. *Değerlendirme/yansıtma aşaması:* Bu aşamada, çözüm ya da müdahalenin önceden ayrıntılı bir şekilde belirlenmiş özellikleri karşılayıp karşılamadığı tespit edilir ve müdahalenin iyileştirilmesine yönelik önerilerle sonuçlanır. Önceki aşamada yürütülen iki yinelemenin veya araştırma döngüsünün kapsamlı bir değerlendirmesi yapılarak nihai bir tasarım çerçevesine ulaşılır. Bu çerçeve, teori, uygulama ve metodolojiye katkıların yanı sıra EFL müfredat tasarımı için çıkarımlar içermektedir.

Bu model, Herrington ve diğerlerinin (2007) geliştirdiği modelde yeterince vurgulanmayan tasarım tabanlı araştırmanın esnekliğine vurgu yapmakla birlikte model Herrington ve diğerlerinin aksine takip edilecek belirli bir format sağlamamakta tasarım tabanlı araştırma yöntemiyle yapılan çalışmada takip edilecek yöntemleri ve prosedürleri özetlemektedir (Goff ve Getenet, 2017). Ayrıca modele yönelik olarak Goff ve Getenet (2017) doktora araştırmalarında modelin çok geniş olduğu, doktora sürecinin farklı aşamalarında ilerlemek için gereken özel rehberlikten yoksun olduğu eleştirisini getirmişlerdir. Ancak Abdallah ve Wegerif (2014) araştırmanın amacına ulaşabilmesi için veri toplama ve analizinde üç aşamalı diyolojik bir yaklaşıma ihtiyaç bulunduğunu, literatür ile deneysel veriler arasındaki karmaşık ilişkiyi çalışmanın amacını göz ardı etmeden vurgulanması gerektiğini belirtmişlerdir. Bunun esnek tasarım içindeki araştırma sürecinin tamamen sıralı mantıksal doğrusal prosedürleri içermesi değil, bunun yerine veri

içindeki yinelemeli etkileşimlerin araştırma amaçlarına ulaşmak amacıyla diyalojik olması anlamına geldiğini açıklamışlardır.

3.1.1. Çalışmada Kullanılan Tasarım Tabanlı Araştırma Modeli

Bu çalışmada Abdallah'ın (2011) doktora çalışması için geliştirdiği model temel alınarak, Goff ve Getenet'in (2017) önerileri doğrultusunda (1) hazırlık, (2) prototip oluşturma, (3) değerlendirme ve yansıtma aşaması olmak üzere üç aşamalı tasarım tabanlı araştırma modeli (Şekil 3.3) geliştirilmiştir.



Şekil 3.3. Araştırmada kullanılan tasarım tabanlı araştırma modeli

Bu araştırmada kullanılan tasarım tabanlı araştırma modelinde yer alan üç aşamaya ilişkin yapılan çalışmalar Tablo 3.3'de sunulmuştur.

Tablo 3.3. *Araştırmada Yapılan Çalışmalar ve Çalışma Takvimi*

Araştırmanın aşamaları	Yapılan Çalışmalar	Tarih	Amaç
Hazırlık Aşaması	İhtiyaçların belirlenmesi	Haziran 2018 - Ağustos 2018	Ön tasarım ilke ve çerçevesinin oluşturulmasına yönelik ihtiyaçların belirlenerek alanyazında yer alan mevcut yaklaşımların belirlenmesi. Uygulamanın değerlendirilebilmesi için veri toplama araçlarının oluşturulması. Tasarım ilkeleri ve tasarım çerçevesi doğrultusunda öğrenci öğrenme modüllerinin tasarlanması
	Öğretim programlarının kapsamlı olarak incelenmesi	Temmuz 2018- Aralık 2018	
	Alanyazın taraması	Haziran 2018-	
	Uzman görüşlerinin alınması	Eylül 2018	
	Tasarım ilke ve çerçevesinin oluşturulması	Eylül 2018- Ekim 2018	
	Pilot uygulamanın yapılması ve değerlendirilmesi	Kasım 2018	
	Ön tasarım ilkeleri ve tasarım çerçevesinin oluşturulması	Kasım 2018 Aralık 2018	
	Veri toplama araçlarının geliştirilmesi	Kasım 2018- Aralık 2018	
	Öğrenci öğrenme modüllerinin oluşturulması	Ocak 2018	
	Prototip Oluşturma Aşaması	Ön testlerin uygulanması		Şubat 2019	Katılımcı ve uzman görüşleri doğrultusunda tasarım çerçevesini ve modülleri iyileştirmek amaçlanmıştır.
Canlılar Dünyası Ünitesi		Şubat 2019	
Biyomimikri Tasarım Görevi öğrenci öğrenme modülünün uygulanması		Mart 2019	
Verilerin Toplanması			
Verilerin analizi ve uzman görüşünün alınması		Şubat 2019 Mart 2019	
Prototip Oluşturma Aşaması	Bir sonraki modül için gerekli iyileştirmelerin yapılması	Mart 2019	Katılımcı ve uzman görüşleri doğrultusunda tasarım çerçevesini ve modülleri iyileştirmek amaçlanmıştır
	Ön-testlerin uygulanması	Mart 2019-Nisan 2019	
	Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme Ünitesi Şeker Çantası öğrenci öğrenme modülünün uygulanması		
	Verilerin Toplanması	Nisan 2019	
	Verilerin analizi ve uzman görüşlerinin alınması	Nisan 2019	
Prototip Oluşturma Aşaması	Bir sonraki modül için gerekli iyileştirmelerin yapılması	Nisan 2019	Katılımcı ve uzman görüşleri doğrultusunda tasarım çerçevesini ve modülleri iyileştirmek amaçlanmıştır
	Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme Ünitesi Şeker Çantası öğrenci öğrenme modülünün uygulanması		
	Verilerin Toplanması ve analizi	Nisan 2019	
	Verilerin analizi ve uzman görüşlerinin alınması	Mayıs 2019	
	Son analizlerin yapılması	Haziran 2019	
Değerlendirme	Uzman değerlendirilmesi	Eylül 2019	Çözümlerin belirlenen özellikleri karşılayıp karşılamadığının belirlenmesi ve nihai bir tasarım çerçevesinin sunulması.
	Yürütülen tüm uygulamaların ve sürecin değerlendirilmesi	Ekim 2019	
	Tasarım ilkeleri ve tasarım çerçevesinin son halinin verilmesi	Kasım 2019- Mart 2020	
		Mart 2020	

3.1.2. Araştırmanın Hazırlık Aşaması

Bannan-Ritland (2003) tarafından tasarım tabanlı araştırmanın ilk aşaması “...problemi tanımlama, literatür araştırması ve problem tanımlamanın temel araştırma adımlarından oluşmaktadır” (s. 22). Bu doğrultuda araştırmanın hazırlık aşamasında

problemin tanımlanmasına yönelik olarak alanyazında STEM eğitimi yaklaşımıyla bir ünite ya da dersin tasarlanması ve uygulanması açısından öğretmen görüşleri incelenerek öğretmenlerin bir STEM ünitesi veya dersi tasarlamak için ihtiyaçları belirlenmiştir. Aynı zamanda fen bilgisi dersi öğretmeni olan araştırmacının iki meslektaşıyla yaptığı sohbet tarzı görüşmeler (Yıldırım ve Şimşek, 2016) doğrultusunda mühendislik tasarım süreçlerinin fen bilimleri dersi içerisine entegrasyonunda yaşadıkları sorunlar tespit edilmiştir. Bununla birlikte ortaokul beşinci sınıf öğrencileri için STEM aktiviteleri yürütülerek pilot uygulama öncesinde yaşanabilecek zorluklar ve avantajlar ortaya konmuştur.

Tasarım tabanlı araştırmalarda alanyazın inceleme süreci kritik öneme sahiptir, çünkü belirlenen sorunu ele alacak müdahalenin tasarımını ve geliştirilmesinin ne şekilde yapılacağına ilişkin taslak tasarım kılavuzlarının oluşturulmasını kolaylaştırır. (Herrington ve diğ., 2007). Bütünleşik STEM eğitimi ön tasarım ilkelerinin oluşturmak amacıyla bütünleşik STEM eğitime ilişkin alanyazında yer alan yaklaşımlar incelenmiş, öğretim programlarının genel ve özel amaçları, öğretim programlarında yer alan kazanımlar, yetkinlikler ve alana özgü beceriler analiz edilmiştir. İçerik analizi yoluyla bütünleşik STEM eğitime ilişkin karakteristik özelliklere ait elde edilen bilgiler sistematik bir şekilde listelenmiştir. Tüm bu çalışmaların sonucunda araştırmacı tarafından bir ön hazırlık tasarım ilkeleri ve tasarım çerçevesi oluşturulmuştur. Ön hazırlık tasarım ilkeleri ve tasarım çerçevesi doğrultusunda bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan ünitelere ilişkin öğrenci öğrenme modülleri ile veri toplama araçlarına ilişkin uzman görüşü alınarak asıl uygulama için hazır hale getirilmiştir.

Bu çalışmada bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımı ile bir program, ünite veya ders için ihtiyaç duyulan tasarım ilkelerini belirlenmesini amaçlamakla birlikte, mevcut fen bilimleri dersi ünitelerinin belirlenen bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri doğrultusunda bütünleşik STEM ünitelerine dönüştürülerek uygulanmasının öğrencilerin öğrenme deneyimlerini ne şekilde desteklediğine de odaklanmıştır. Bu bağlamda çalışma bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkelerini belirleyerek bu ilkeler doğrultusunda öğrenci öğrenme modülleri tasarlamayı, geliştirmeyi, uygulamayı, değerlendirmeyi ve yinelenen döngüler doğrultusunda iyileştirmeyi amaçlamıştır (DBRC, 2003; Dede, 2004; Wang ve Hannafin, 2006). Bununla birlikte belirlenen çerçeve doğrultusunda geliştirilen öğrenci öğrenme modüllerinin sınıf ortamında öğrencilerin öğrenme deneyimlerini nasıl etkilediği bu yolla tasarım ilkeleri ve çerçevesinin uygulamada ne derece etkili olduğunun da ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Bu araştırmanın hazırlık aşamasında fen bilgisi öğretmenlerinin mühendislik uygulamalarını derslerine ne şekilde entegre edeceklerine ilişkin bilgilerinin sınırlı olduğunu (Koç ve Kayacan, 2018; Özbilen, 2018; Özcan ve Düzgünoğlu, 2017; Özcan, Oran ve Arık, 2018; Saraç ve Yıldırım, 2019; Ural, 2018;) öğretmenlere fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarını ile teknoloji ve matematiğin hangi düzeyde ve ne şekilde derslerde yer alacağı konusunda yeterli yönlendirmenin yapılmadığını (Saraç ve Yıldırım, 2019) göstermektedir. Araştırmacının meslektaşlarıyla yaptığı sohbet tarzı görüşmelerle de (Yıldırım ve Şimşek, 2016) fen bilimleri dersi öğretmenlerinin derslerinde mühendislik uygulamalarına neredeyse hiç yer vermediği, bazılarının ise fen projeleri ile mühendislik uygulamalarının aynı olduğunu düşündüklerini ortaya koymaktadır. Bu nedenle fen bilimleri derslerinde öğretmenlerin bütünlük STEM eğitimi yaklaşımıyla mühendislik uygulamalarını derslerine nasıl entegre edeceklerine ilişkin kavramsal bir çerçeve ortaya koymak oldukça önem taşımaktadır.

Yapılan alanyazın taramasında bütünlük STEM eğitimi yaklaşımıyla birçok farklı model ve uygulamanın ortaya konulduğu görülmüştür (Burrows ve diğ., 2018; Capraro, Capraro ve Morgan; Çorlu, 2017; Guzey ve diğ., 2014; Johnson, 2013; Jolly, 2017; Kelley ve Knowles, 2016; Moore ve diğ., 2016; Morrison, 2016; Nadelson ve Seifert, 2017; Sanders, 2009; Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012; Vasquez, Sneider ve Come., 2013: 2012 Yıldırım, 2018). Alanyazındaki farklı uygulamalar, STEM eğitimi için ortak bir tanım üzerinde uzlaşamamış olması ve STEM eğitiminin farklı uygulamaları mühendislik uygulamalarını derslerine entegre etmeye çalışan öğretmenler için mevcut durumu daha da karmaşık hale getirmektedir. Bu nedenle ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programı doğrultusunda bütünlük STEM eğitimi yaklaşımıyla ünite ya da derslerin tasarlanmasına yönelik tasarım ilkelerinin belirlenmesi oldukça önemlidir.

Araştırmanın hazırlık aşamasında fen bilimleri dersi öğretim programı (MEB, 2018a) ve alanyazın taramasına dayalı olarak listelenen literatür ve içerik analizi sonucunda bütünlük STEM eğitimi ile bir programın, ünite ya da dersin geliştirilmesine ilişkin tasarım ilkeleri, tasarım çerçevesinin geliştirilmesi sürecinde yol gösterici olmuştur. STEM programı, ünitesi ya da dersi geliştirilirken Honey ve diğerleri (2014) bütünlük STEM eğitiminin genel özellikleri ve alt bileşenleri doğrultusunda hedefler, bütünlüğün doğası ve kapsamı, uygulama ve çıktılar olmak üzere dört bileşenden oluşan bir tanımlayıcı çerçeve oluşturulmuşlar, ancak bu çerçeveye çok sayıda değişkenin eklenebileceğini de belirtmişlerdir. Alanyazından elde edilen veriler öncelikle tersine tasarım (backward design) yaklaşımının basamakları; (1) arzulanan sonuçların

tanımlanması, (2) değerlendirme (sonuçlara ulaşıp ulaşılmadığını belirlemek için kanıtlar), (3) öğrenme deneyimi ve öğretimin planlanması (Wiggins ve McTighe, 2005) doğrultusunda, Honey ve diğerlerinin (2014) belirlediği dört bileşen ve alt bileşenler dikkate alınarak bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkeleri ortaya konulmuştur. Tersine tasarım sürecine ilişkin basamaklar ve her bir basamağa ait özellikler Şekil 3.4’de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Tersine tasarım süreçleri

Wiggins ve McTighe’ye (2005) öğretimin planlanması, öğretme yönteminin seçilmesi derslerin sıralaması ve kaynak araç gerecin belirlenmesi ancak arzu edilen sonuçların ve değerlendirmenin tanımlanması ve nelerin uygulanacağını belirlemeden sonra tamamlanabilir. Bununla birlikte Wiggins ve McTighe (2005) zayıf eğitim tasarımı, anaokulundan lisansüstü eğitime kadar eğitim dünyasında belirlediği iki tür amaçsızlığı “ikiz günahlar” olarak adlandırılmıştır. Birincisi aktiviteye yönelik tasarım hatası zihinsel aktiviteler olmadan uygulamaya yönelik olursa tesadüfen yanlışlıkla başarıya götürebilir. Bu aktiviteler öğrenciler için eğlenceli olabilir ancak entelektüel olarak herhangi bir

kazanım sağlamaz. İkinci bir amaçsızlık biçimi, öğrencilerin bir ders kitabında sayfa sayfa ilerledikleri bir yaklaşım olan kapsam olarak adlandırılır. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla ünitelerin tasarlanması ve uygulanacak aktivitelerin belirlenmesi ve yürütülmesi sırasında öğretmenlerin bu iki hatadan kaçınmaya çok dikkat etmelidir. Özellikle uygulanacak aktiviteler planlanırken öğrencilere entelektüel olarak katkısının neler olacağı, aktivitenin belirlenen amaçlara ulaşmada katkısının ne olacağının belirlenmesi gerekmektedir.

Temelleri Tyler (1949) tarafından ortaya atılan tersine tasarım yaklaşımı özellikle öğretmenlerin etkili bir şekilde ünite ya da derslerini planlayabileceği (Wiggins ve McTighe, 2005) bir yaklaşım olarak bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkelerinin geliştirilmesi amacıyla kullanılmasına karar verilmiştir. Bu noktada bütünleşik STEM eğitimi ön tasarım ilkeleri Wiggins ve McTighe'nin (2005) tersine tasarım modelinin aşamaları dikkate alınarak aşağıdaki şekilde geliştirilmiştir.

3.1.2.1 Bütünleşik STEM eğitimi ön tasarım ilkeleri. Bütünleşik STEM eğitimi üniteleri için arzulanan sonuçların tanımlanmasını içermektedir. Bu aşamada yapılan alanyazın taraması, Türk Milli Eğitimin Temel Amaçları ve İlkeleri, Türkiye Yeterlikler Çerçevesi ile fen bilimleri, matematik, teknoloji ve tasarım (entegrasyona dahil edilmesi planlanan diğer disiplinler) dersi öğretim programında yer alan hedefler ve beklentiler doğrultusunda bütünleşik STEM eğitiminin hedefleri ve arzulanan sonuçlara ilişkin bulgular Tablo 3.4'de sunulmuştur.

Tablo 3.4. Bütünleşik STEM Eğitimi Hedefleri ve Arzu Edilen Sonuçlar

Hedefler	STEM okuryazarlığı 21.yy. yeterlikleri	Bybee 2010; Honey ve diğ., 2014; Morrison, 2006 Bryan ve diğ., 2015; Honey ve diğ., 2014; Yıldırım, 2018; Vasquez ve diğ., 2013
	STEM işgücüne hazır olma	Honey ve diğ., 2014
	STEM derslerine ilgi ve katılım	Honey ve diğ., 2014
	STEM mesleklerine ilgi	Honey ve diğ., 2014; Jolly, 2017; Vasquez ve diğ., 2013
	Anlamlı ise diğer disiplinlere ait hedefler	Moore ve diğ., 2016
	STEM disiplinleri arasında bağlantı kurma	Honey ve diğ., 2014
	Takım çalışması ve iletişim	Jolly, 2017
	Matematiksel düşünme	Kelley ve Knowles, 2016, Çorlu, 2017

(devamı arkadadır)

Tablo 3.4. *Bütünleşik STEM Eğitimi Hedefleri ve Arzu Edilen Sonuçlar* (devamı)

Öğrenme Çıktıları	Öğrenme ve başarı	Honey ve diğ., 2014; Stohlmann ve diğ. 2012; Kelley ve Knowles, 2016; Moore ve diğ., 2016),
	21.yy. yeterliliklerinin gelişimi	Honey ve diğ., 2014
	STEM alanlarına ilgi ve bu alanlarda kariyer yapma isteği	(Honey ve diğ., 2014; Herbert ve Stipek, 2005
	STEM disiplinleri arasında bağlantı kurma	Honey ve diğ., 2014
	Mühendislik ve tasarım becerilerinin gelişimi	Guzey ve diğ.,2016; Moore ve diğ., 2014
	Problem çözücüler	Moore, 2006
	Okuma yazma ve iletişim beceriler	Meyrick., 2011
	Kendi kültürlerini ve tarihlerini eğitimle ilişkilendirebilme	Moore, 2006

Alanyazından elde edilen bu bulgular ve Wiggins ve McTighe'nin (2005) tersine tasarım modelinde belirlenen aşamalar doğrultusunda bütüncül bir yaklaşımla tekrar değerlendirilerek bütünleşik STEM eğitimi ön tasarım ilkelerinin birinci aşaması olarak *bütünleşik STEM eğitimi hedefleri ve arzu edilen sonuçlar* olarak belirlenmiştir. İkinci aşaması *bütünleşik STEM eğitimi için kabul edilebilir kanıtların tanımlanması (değerlendirme)* ve üçüncü aşaması *bütünleşik STEM eğitimi öğrenme deneyimleri ve öğretimin planlanması* olarak belirlenmiştir.

1. *STEM eğitimi hedefleri ve arzu edilen sonuçlar*

a. *Türk Milli Eğitimin amaçları ve mevcut müfredata uygunluk*: Bütünleşik STEM eğitimi içeriği, hedefleri ve öğrenci kazanımları Türk Milli Eğitiminin amaçları ve ilkeleri doğrultusunda, STEM disiplinlerine ait öğretim programlarda yer alan içerik, kazanım ve beklentiler (anlamli entegrasyon sağlanabiliyorsa diğer disiplinler) çerçevesinde belirlenmelidir.

b. *STEM okuryazarlığı ve disiplinler arasında bağlantı*: Her ne kadar öğrenme çıktıları için belirlenen bazı hedeflerin ölçülmesi zor ya da kullanışsız STEM okuryazarlığı ana noktadır (Honey ve diğ., 2014). STEM okuryazarlığı sadece STEM disiplinleri alanında okuryazarlık elde etmek anlamına gelmez (Toulmin ve Meghan, 2007). Aynı zamanda, birbiriyle çakışan sayısız disiplinler arası beceri, kavram ve süreci haritalamaktan daha fazlası anlamına gelir (Zollman, 2012). STEM okuryazarlığı açısından, üç öğrenme alanının (bilişsel, duygusal ve psikomotor) hepsi gereklidir. Bu alanlar; (1) bilim, teknoloji, mühendislik, matematik ve diğer ilgili alanlarda okuryazarlık;

(2) kişisel, toplumsal ve ekonomik ihtiyaçlar ve (3) bilişsel, duyuşsal ve psikomotor öğrenme alanlarıdır (Zollman, 2012).

c. *Analitik düşünme becerileri ve 21. yy. yeterliklerinin uygulamalara açık entegrasyonu*: Honey ve diğerlerine (2014) göre 21.yy. becerileri karşımıza yüksek seviyeli, birçok bileşenden oluşan bir hedefdir. Swartz ve diğerlerine (2008) göre eğitim ortamlarında düşünme becerileri genel olarak, “karşılaştırma ve zıtlık, sınıflandırma, öngörme, özgün fikirlerin üretilmesi, neden ve sonuç, karar verme, varsayımların ortaya çıkarılması ve bilgi kaynaklarının güvenilirliğinin belirlenmesi” (s.7) olarak karşımıza çıkar. Bu becerilerin öğretimi ders içeriği ile birleştirilerek de yapılabilir (Dilekli, 2019).

d. *STEM mesleklerine ilgi*: Araştırmalar erken yaşlardaki kariyer ilgisi ile meslek seçimi arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır (Crisp, Nora ve Taggart, 2009). STEM alanındaki işgücü ihtiyacı erken dönemlerde öğrencilere STEM meslekleri ile ilgili bilgi ve becerileri göstermelerine fırsat tanınması onların STEM mesleklerine ilgisini arttırabilir.

2. *Bütünleşik STEM eğitimi için kabul edilebilir kanıtların tanımlanması (değerlendirme)*: Wiggins ve McTighe’ye (2005) göre birinci aşamada belirlenen hedeflere ve arzu edilen sonuçlara nasıl ulaşılabileceğinin bu bölümde belirlenmesi gerekir. Alanyazın taraması sonucunda bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan program, ünite ya da derslerin değerlendirilmesine ilişkin yaklaşımlar Tablo 3.5’de sunulmuştur.

Tablo 3.5. Bütünleşik STEM Eğitimi Değerlendirme Yaklaşımları

Değerlendirme Sonuçların ve Sürecin Değerlendirilmesi	Yıldırım, 2018
Ders içerisine gömülü değerlendirmeler- sonuç ve biçimlendirici değerlendirme	Full Option Science System (FOSS) NRC, 2009
Kontrol tabloları-Rubrikler-Sınıf içi testler- haritalar- öz-değerlendirme-grafik düzenleyiciler- kavram haritaları- portfolyo- konferans/sunum (tanımlayıcı ve biçimlendirici değerlendirme)	Vasquez ve diğ., 2013

Tablo 3.5 incelendiğinde STEM eğitime ilişkin değerlendirme yaklaşımları genel olarak sonuç ve süreçlerin değerlendirildiği, tanımlayıcı ve biçimlendirici değerlendirme yaklaşımını vurgulamaktadır. Bununla birlikte Vasquez ve diğerleri (2013) bu uygulamaları daha detaylı bir şekilde; kontrol tabloları, rubrikler, sınıf içi testler, haritalar, özdeğerlendirme, grafik düzenleyiciler, kavram haritaları, portfolyo, konferans/sunum olmak üzere belirtmiştir. Alanyazından elde edilen bulgular ve Wiggins ve McTighe’nin (2005) görüşleri doğrultusunda *bütünleşik STEM eğitimi için kabul edilebilir kanıtların tanımlanması (değerlendirme)* aşaması ön ilkeleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

a. *Çok yönlü değerlendirme*: Öğrencilerin başarıları ve becerilerini ölçmenin yanında duyuşsal ve psikomotor becerilerin de ölçülmesi, bununla birlikte sürecin değerlendirilmesini de sağlayan çeşitli ölçme araçlarının kullanılması öğrencileri çok yönlü değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır.

3. *Bütünleşik STEM eğitimi öğrenme deneyimleri ve öğretimin planlanması*: Ön tasarım ilkeleri oluşturmak amacıyla alanyazından elde edilen bilgiler Tablo 3.6'da sunulmuştur.

Tablo 3.6. *Bütünleşik STEM Eğitimi Öğrenme Deneyimleri ve Öğretimin Planlanması*

Uygulamalar	Başarısızlıktan öğrenme	Moore ve diğ., 2016; Jolly, 2017; Peters ve diğ., 2016	
Öğrenme Deneyimleri	İyi yapılandırılmamış problemler	Louis ve diğ., 2017	
	Birden fazla potansiyel çözüm	Louis ve diğ., 2017; Wendell ve diğ., 2010	
	Mühendislik tasarım zorlukları	Berland, 2013	
	Tersine mühendislik uygulamaları	Guzey ve diğ., 2016; Moore ve diğ., 2014	
	Yansıtma için yazma	Stohlmann ve diğ., 2012	
	Manipülasyonları etkili kullanma	Stohlmann ve diğ., 2012	
	Düşünmeyi görünür kılma	Capraro, Capraro ve Morgan, 2013	
	Öğrencilerin başkalarından öğrenmelerine yardımcı olma	Capraro, Capraro ve Morgan, 2013	
	Geri bildirim, gözden geçirme ve yansıtma	Capraro, Capraro ve Morgan, 2013	
	Anlama için öğretim	Capraro, Capraro ve Morgan, 2013	
	Üst biliş	Capraro, Capraro ve Morgan, 2013	
	Eğitim Ortamı	Spontane araştırma ve planlanmış araştırma için donanımlı	Morrison, 2016; Stohlmann ve diğ., 2012
		İnovasyon ve icat için bir merkez	Morrison, 2016
		Laboratuvar ve mühendislik uygulamaları bir arada	Morrison, 2016
Öğretimin Planlanması	Küçük el aletleri, şekillendirilebilir malzemeler	Morrison, 2016; Stohlmann ve diğ., 2012	
	STEM yazılımları- bilgisayar/dizüstü bilgisayarlar	Morrison, 2016; Stohlmann ve diğ., 2012	
	Takım çalışması için masalar	Stohlmann ve diğ., 2012	
	Yeterli alan ve depolama	Stohlmann ve diğ., 2012	
	STEM Ortaklıkları	STEM alanından uzmanların derse davet edilmesi	NRC, 2009; Stohlmann ve diğ., 2012
	Bağlam	Üniversite, çevre okullarla iç birliği	Stohlmann ve diğ., 2012
		Gerçek dünya problemi-otantik problemler	Burrows ve diğ., 2018; Honey ve diğ., 2014; Meyrick, 2011; Moore ve diğ., 2016; NRC 2012; Stohlmann ve diğ., 2012
		Mühendislik Tasarımı	NAE ve NRC, 2009; Kelley ve Knowles, 2016
		Bir STEM alanının bağlam olarak kullanıldığı yaklaşımlar (Mühendislik-Teknoloji Bağlamı)	
		Öğrenci merkezli yaklaşımlar	Moore ve diğ., 2016; Stohlmann ve diğ., 2012
Öğretme Stratejisi ve Yöntemleri	Bilimsel Sorgulama	Çorlu 2017; Honey ve diğ. 2014; Johnson, 2013; Jolly, 2017; Kelley ve Knowles, 2016; Meyrick, 2011; Moore ve diğ., 2016; Stohlmann ve diğ., 2012	
	Proje Tabanlı	Çorlu, 2017; Louis ve diğ., 2017; Moore ve diğ., 2016; Yıldırım, 2018; Vasquez vd., 2013	
	Probleme Dayalı	Louis ve diğ., 2017; Meyrick, 2011; Moore ve diğ., 2016; Vasquez vd., 2013	
	Tasarım Temelli	Louis ve diğ., 2017;	
	Teknoloji ve Mühendislik Tasarımı	Johnson, 2013	
	İşbirlikli öğrenme	Meyrick, 2011	

(devamı arkadadır)

Tablo 3.6. *Bütünleşik STEM Eğitimi Öğrenme Deneyimleri ve Öğretimin Planlanması* (devamı)

Bütünleşmenin Doğası ve Kapsamı	Birden fazla disiplinin entegrasyonu	Louis ve diğ., 2017
	STEM disiplinlerinden bir kısmı ya da tamamı	Moore ve diğ., 2014
	İki ya da daha fazla STEM disiplinin entegrasyonu	Kelley ve Knowles, 2016 Sanders, 2009
	İki ya da daha fazla (STEM alanı dışındaki disiplinlerin entegrasyonu)	Sanders, 2009; Vasquez ve diğ., 2013

Tablo 3.6’da alanyazından elde edilen bulgular ve Wiggins ve McTighe’nin (2005) görüşleri doğrultusunda *bütünleşik STEM eğitimi öğrenme deneyimleri ve öğretimin planlanması aşamasına* ilişkin ön tasarım ilkeleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

a. *Bilimsel sorgulama temelinde mühendislik uygulamaları*: Bilimsel sorgulama uygulama içerisinde deneyler ve mini etkinlikler yoluyla mühendislik tasarım probleminin çözümünde kullanılmak amacıyla öğrencilere kazandırılmalıdır. Bu yolla bilim ile mühendislik arasındaki benzerlik ve farklılıklar, bilim insanları ve mühendislerin çalışmaları hakkında öğrencilerin anlayış kazanması beklenmektedir.

b. *Sınıf seviyesine duyarlı mühendislik tasarımı zorlukları*: Mühendislik tasarımı, iyi yapılandırılmamış, birden fazla potansiyel çözüme sahip problemler etrafında mühendislik tasarım zorluklarını içermeli, öğrencilerin başarısızlıktan öğrenmelerine ve tersine mühendislik uygulamalarına izin vermelidir.

c. *Birlikte ve bireysel öğrenme fırsatları*: Uygulamalar sırasında akran öğrenmesine izin verecek şekilde öğrencilerin bir takım içerisinde çalışmalarına sağlamalıdır. Takım çalışması öğrencilerin iş birliği ve iletişim becerilerinin artmasına, birlikte beyin fırtınası yaparak birden fazla çözüm önerisi geliştirmek için düşünme becerilerinin gelişmesine yardımcı olacaktır. Bununla birlikte öğrencilerin takım hedefleri için bireysel çalışmalarına fırsat verilmelidir.

d. *Bilgi kaynaklarına serbest erişim*: Eğitim ortamı öğrencilerin araştırma yapmalarına olanak sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

e. *İhtiyaçlara yönelik öğrenme ortamı*: Eğitim ortamı öğrencilerin tasarım görevlerini gerçekleştirebilmelerini sağlamak amacıyla küçük el aletleri, takım çalışması için masalar ve aynı zamanda bilimsel sorgulamaya izin verecek şekilde bir arada olmalıdır. Ayrıca amacına uygun bir şekilde kullanım için STEM eğitimi yazılımları, eğitsel robotik materyal ve sensörler, bilgisayarlar veya tabletler açısında donanımlı olmalı, öğrenci tasarımları ve eğitim materyalinin muhafaza edilmesi için depolama alanlarını içermelidir.

f. *Otantik/gerçek yaşam bağlamıyla uyumlu etkinlikler*: Bütünleşik STEM eğitimi tasarım problemleri gerçek dünya yaşam, otantik bağlamlar kullanılmalıdır, mühendislik tasarımı bu bağlamları sağlayabilir.

g. *Öğrenci merkezli strateji ve yöntemler*: Bütünleşik STEM eğitimi için problem tabanlı, proje tabanlı, tasarım tabanlı, teknoloji tabanlı iş birliğine dayalı, öğrenci merkezli öğrenme yaklaşımlarının kullanılması önerilmektedir.

h. *Anlamlı içerik entegrasyonu*: STEM disiplinlerinden birden fazla disiplinin entegrasyonu ya da dört disiplinin veya STEM disiplinleri dışında diğer disiplinler de entegrasyona dahil edilebilir. Bütünleşmenin doğası ve kapsamı ulaşılmak istenen hedefler, arzu edilen öğrenme çıktıları, öğretmenin diğer alanlardaki yetkinliği, uygulama süresi gibi birçok faktöre bağlıdır.

i. *STEM öğrenme ortaklıkları*: STEM alanında çalışan uzmanların derslere davet edilmesi veya STEM alanında faaliyet gösteren kurum ve kuruluşlara amaçlı ziyaretlerin yapılması öğrencilerin öğrenmelerini, ilgi ve katılımını olumlu yönde destekleyebilir.

3.1.3. Öğrenme Modüllerinin Geliştirilmesi

Bütünleşik STEM eğitimi ön tasarım ilkelerinin oluşturulmasından sonra bu ilkeler doğrultusunda iki ünite için üç öğrenme modülü geliştirilmiştir. Öğrenme modüllerinin tasarlanmasında ön tasarım ilkelerinin geliştirilmesinde olduğu gibi tersine tasarım yaklaşımı (Wiggins ve McTighe, 2005) temel alınmıştır. Öğrenme modülleri mühendislik tasarım temelli STEM eğitimi yaklaşımıyla bilimsel sorgulama ve mühendislik tasarım sürecinin eşzamanlı uygulamasına olanak verecek şekilde matematik ve teknoloji entegrasyonu da göz önüne alınarak geliştirilmiştir.

Öğrenme modülleri geliştirilirken ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programı (2018a), matematik dersi öğretim programı (MEB, 2018b) ve teknoloji ve tasarım dersi öğretim programında (MEB, 2018c) yer alan kazanımlarla ilişkilendirilmiştir. Ortaokul beşinci sınıflar için müfredatta mühendislik ile teknoloji ve tasarım dersi yer almamaktadır. Bu nedenle yedinci sınıflar teknoloji ve tasarım dersi programından yararlanılmıştır. Bununla birlikte teknoloji ve tasarım dersi ile mühendislik tasarımı arasında çok fazla benzerlik bulunmaktadır. Bu nedenle bu iki disipline ait kazanımların birlikte ele alınmasının daha doğru olacağı düşünülmüştür.

Öğrenme modüllerinin geliştirilmesinde aşağıdaki basamaklar izlenmiştir.

1. *Arzu edilen öğrenme çıktılarının belirlenmesi*: Arzu edilen öğrenme çıktıları; içerik standartlarının belirlenmesi, öğrenilecek bilgilerin belirlenmesi, gerekli/temel sorular

ve öğretilmek istenen anahtar bilgi ve beceriler olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır (Wiggins ve McTighe, 2005).

a. *İçerik standartlarının belirlenmesi*: Bu aşamada ana disiplin olarak ortaokul fen bilimleri programı (MEB, 2018a) temel alınarak öğretilecek içerik, alana özgü beceriler ve kazanımlar öncelikle tanımlanarak matematik, teknoloji ve tasarım dersi ile mühendisliğe ait kazanımlar bir arada sunulmuştur. Barak'a (2012) göre birbiriyle yakından ilişkili olan mühendislik ve teknolojinin mühendislik teknoloji eğitimi adı altında bir ders olarak bir arada öğretilmesi gerektiğini savunmaktadır. Bu çalışmada Barak'ın (2012) görüşleri doğrultusunda mühendislik ve teknoloji bir arada ele alınmıştır.

b. *Öğrenilecek bilgilerin belirlenmesi*: Bu bölümde öğretim programlarının yanı sıra uzman görüşleri doğrultusunda içerik belirlenmiştir. İçerik öğretim programları içerisinde katı sınırların içerisinde kalmasının STEM disiplinleri arasında öğrencilerin bağlantı yapmasını zorlaştırabilir. Bu nedenle içerik belirlenirken uzman görüşlerine dayalı esnek bir içerik belirleme yaklaşımıyla hareket edilmiştir.

c. *Temel soruların belirlenmesi*: Öğretilecek içerikteki büyük fikri açıklamayı sağlayan, kavramlar ve süreçleri açıklamayı sağlayan sorulardır. Bu sorular tek bir cevaba dayanan sorular değildir.

d. *Anahtar bilgi ve beceriler*: Bu bilgi ve beceriler öncelikle öğrencilerin geçmiş bilgi ve becerilerinin bilinmesini gerektirir. Bu noktada öğrencilerin bilmesi gerekenler, anlaması gerekenlerin belirlenerek hangi becerilerin bu süreçte kullanılacağını, hangi becerileri geliştirmeye odaklanıyorsak bu becerilerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada öğrenme modüllerinde yer alan aktiviteler ve çalışma kağıtları eleştirel düşünme çerçevesine uygun olarak fikirlerin karşılaştırılması ve analiz edilmesi, benzerlik ve farklılıkların belirlenmesi, neden -sonuç, parça- bütün ilişkisi, sıralama, sonuç çıkarma, problem çözme ve karar verme becerilerini kapsayacak şekilde geliştirilmiştir. Bununla birlikte bilimsel sorgulama ve bilimin doğasına ilişkin unsurlar da dolaylı bir şekilde çalışma kağıtları ve etkinlikler içerisinde yer almıştır.

2. *Kabul edilebilir kanıtların tanımlanması (değerlendirme)*: Arzu edilen çıktıların belirlenmesinden sonra tersine tasarım yaklaşımı doğrultusunda belirlenen çıktıların nasıl değerlendirileceğine ilişkin kabul edilebilir kanıtlar belirlenmelidir. Bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri ve değerlendirmeye yönelik kriterler doğrultusunda bir önceki aşamada belirlenen arzu edilen çıktıların değerlendirilmesi için kullanılacak veri toplama araçları (testler, rubrikler, gözlem formları, portfolyo değerlendirmesi) bu aşamada belirlenmelidir.

3. *Öğrenme deneyimleri ve öğretimin planlanması*: Arzu edilen sonuçların tanımlanması ve kabul edilebilir kanıtların belirlenmesinden sonra öğrenme deneyimlerinin belirlenmesi aşamasına geçilebilir (Wiggins ve McTighe, 2005).

Bu çalışmada tasarım görevlerine ilişkin olarak modüllerin geliştirilmesi sürecinde öğrenme deneyimleri ve öğretimin planlanması aşaması bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri doğrultusunda bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımı için daha elverişli ve öğretmenler için Wendell ve diğerlerinin (2010) görüşleri doğrultusunda aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir.

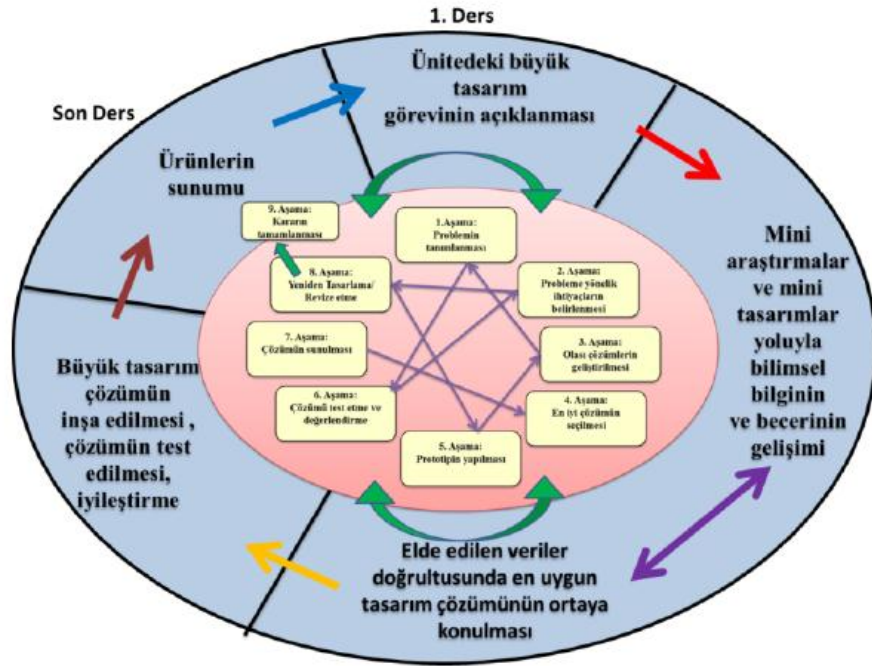
1. *Öğrencilerin ilgisini çekecek, bilimsel sorgulamaya olanak tanıyacak aynı zamanda diğer STEM disiplinleriyle bağlantı kurmayı sağlayacak mühendislik tasarım görevinin tanımlanması*: Bu noktada öğrenme modülünün temel amacı /büyük fikri doğrultusunda mühendislik tasarım görevi belirlenmelidir. Öğrencilerin STEM disiplinleri arasında bağlantı kurmalarına sağlayacak, anlamlı ise STEM disiplinleri dışında kalan görsel sanatlar, tarih gibi diğer disiplinlerin de anlamlı bir şekilde entegrasyonuna olanak sağlanabilir.

2. *Arzu edilen öğrenme çıktılarına yönelik eğitim sürecinin planlanması*: Wendell ve diğerleri (2010) bu süreçte Fen ve/veya diğer STEM disiplinleri ile diğer alanlara ait öğrenme hedeflerini karşılayacak fırsatlar ile mühendislik tasarım görevini başarmak için öğrencilerin hazır olmasını sağlayacak mini aktiviteler ve deneylere işaret etmiştir. Bu mini deneyler ve aktiviteler öğrencilerin bilimsel sorgulama sürecine katılmasını ve aynı zamanda mühendislik tasarım zorluklarıyla başa çıkmalarını sağlamak için gerekli bilgilerin elde edilmesine olanak vermektedir.

Wendell ve diğerleri (2010) uygulama sürecinde beş basamaktan oluşan mühendislik tasarım döngüsünün yer aldığı aynı zamanda bilimsel sorgulamaya ilişkin olarak sürecin nasıl gerçekleştirileceğine ilişkin olarak bir tasarım tabanlı fen eğitim sürecine ilişkin model önermişlerdir. Model hem öğretmenler hem de öğrenciler için yapılacak çalışmaları takip edebilmek için kolaylık sağlamaktadır. Wendell ve diğerlerinin (2010) önerdiği model bu çalışmanın kuramsal çerçeve ve ilgili araştırmalar bölümünde (Şekil 2.8) sunulmuştur.

Bozkurt Altan, Yamak ve Buluş Kırıkkaya (2016) ve Wendell ve diğerlerinin (2010) önerdiği tasarım tabanlı fen eğitiminde yer alan beş basamaklı mühendislik döngüsü yerine, mühendislik tasarım sürecinin daha detaylı yer aldığı Hynes ve

diğerlerinin (2011) mühendislik tasarım sürecine ilişkin dokuz aşamalı mühendislik döngüsünü çalışmalarında uyarlamışlardır (Şekil 3.5).



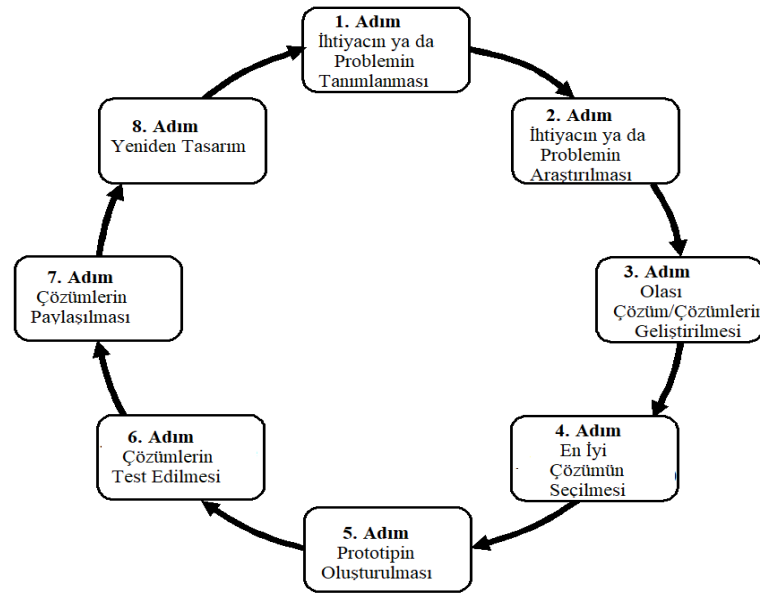
Şekil 3.5. Mühendislik tasarım süreci basamakları ekseninde yapılandırılan fen eğitimi

Not: Şekil örneği “Bozkurt Altan, E., Yamak, H., ve Buluş Kırıkkaya, E. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.” künyeli çalışmadan alınmıştır

Bu çalışmada ise Wendell ve diğerlerinin (2010) önerdiği beş basamaklı, Bozkurt Altan ve diğerlerinin (2016) önerdiği dokuz basamaklı mühendislik döngüsü yerine öğretmen ve öğrencilerin her bir basamakta neler yapması gerektiğini daha ayrıntılı bir şekilde tanımlayan Massachusetts Eğitim Departmanı (Massachusetts Department of Education, [Massachusetts DOE], 2006) tarafından önerilen sekiz basamaktan oluşan mühendislik tasarım döngüsü (Şekil 3.6) kullanılmıştır.

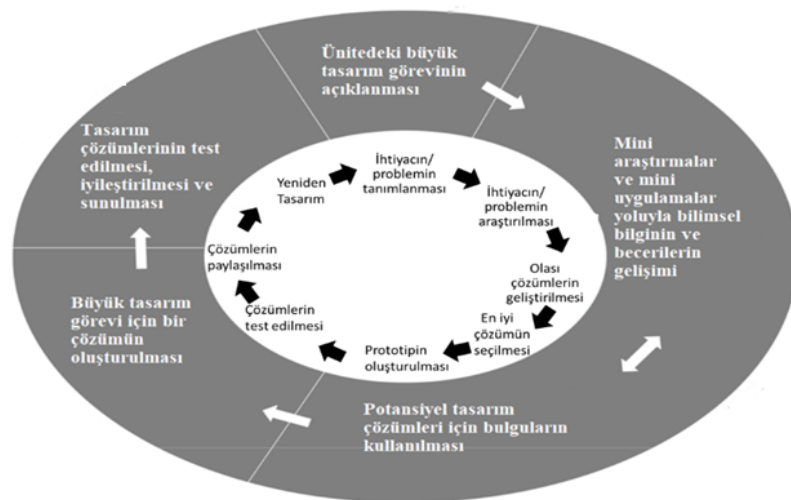
Wendell ve diğerlerinin (2010) çalışmasından uyarlanan modelinde yer alan döngü Bozkurt Altan ve diğerlerinin (2011) çalışmalarında vurguladığı gibi mühendislik tasarım sürecini ayrıntılı bir şekilde ele almaktadır. Bu döngü ve bu döngüde yer alan her bir basamak öğrenme modülleri üzerinde gösterilmiş, böylece öğrencilerin süreci kolaylıkla takip etmeleri sağlanmıştır. Çalışmada öğrenme etkinliklerinin uygulanması sürecinde öğretmenlerin takip edebileceği model Şekil 3.7’de gösterilmiştir. Bu model hem mühendislik tasarım sürecini hem de öğretmenin her bir basamak ile bilimsel sorgulama sürecini takip etmesine yardımcı olmaktadır. Mühendislik tasarım döngüsüyle eşzamanlı

olarak yürütülen bilimsel sorgulamaya ilişkin süreç (Şekil 3.7) her ne kadar görünüşte sadece fen bilimleri ile mühendisliğin entegrasyonuna odaklanıyor gibi görünse de anlamlı olması durumunda bu sürece diğer disiplinler de entegre edilebilir. Öğrenme modüllerinin uygulanmasına ilişkin süreç bu çalışmanın veri toplama süreci bölümünde sunulmuştur.



Şekil 3.6. Massachusetts mühendislik tasarımı döngüsü (Massachusetts DOE, 2006, s.84)

Not: Şekil örneği “Massachusetts Department of Education. (2006). *Massachusetts Science and Technology Engineering Curriculum Framework*. ERIC Clearinghouse” künyeli çalışmadan alınmıştır.



Şekil 3.7. Araştırmada kullanılan mühendislik tasarım temelli fen eğitimi modeli

Belirtilen açıklamalar doğrultusunda biyomimikri, şeker çantası ve yelkenli triatlonu yarışması tasarım görevlerine ilişkin öğrenci öğrenme modüllerinin geliştirilmesine ilişkin yapılan çalışmalar sırasıyla sunulmuştur.

3.1.3.1. Biyomimikri tasarım görevi öğrenme modülünün geliştirilmesi.

Canlılar dünyası ünitesi bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımına göre tasarlanırken biyomimikri mühendislik bağlamı olarak kullanılmıştır.

Biyomimikri terimi “insan yaşamını iyileştirmek için doğayı kullanan veya taklit eden yaratıcı bir teknoloji biçimi” olarak tanımlanmaktadır (Hwang ve diğerleri, 2015, s.5701). Benyus (2002) biyomimikriyi “doğanın modellerini inceleyen ve daha sonra bu tasarım ve süreçlerden taklit eden veya bunlardan ilham alan yeni bir bilim” (s.0), olarak tanımlanmaktadır. Başka bir deyişle, biyomimikri bir yaklaşım olarak “doğanın zamanla test edilmiş kalıplarını ve stratejilerini taklit ederek insan sorunlarına sürdürülebilir çözümler arar” (Biomimicry Institute, 2010). STEM eğitiminde biyomimikri öğretmek, doğayı bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik ile kesişerek bir bağlam sağlayabilir (Gencer, Doğan, Bilen ve Can, 2019). Ayrıca canlılara ilişkin yapılar canlıların sınıflandırılmasının gerekçesini oluşturmaktadır. Ancak ortaokul fen bilimleri dersi programında (MEB, 2018a) yapı ve fonksiyon ilişkisine vurgu yapılmamıştır. Bu nedenle uzman görüşleri doğrultusunda canlılar dünyası ünitesi konu içeriğine yapı-fonksiyon ilişkisi dahil edilmiştir. Böylece biyomimikri, geliştirilen modül için bir mühendislik bağlamı sağlarken, canlılara ilişkin yapı ve fonksiyon ilişkisini kullanmak, canlıların sınıflandırılmasına ve bu yapıların özelliklerini kullanarak insanların bir problemini çözmeyi amaçlayan mühendislik tasarım görevi için ünitenin büyük fikri olarak belirlenmiştir.

Canlılar dünyası ünitesine ilişkin olarak öğrenme modüllerinin geliştirilmesi bölümünde açıklanan basamaklar kullanılmış, bu sürece ilişkin yapılan çalışmalar ve izlenen yol aşağıda sunulmuştur.

1.Arzu edilen öğrenme çıktılarının belirlenmesi: Araştırma kapsamında bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri doğrultusunda arzu edilen öğrenme çıktıları Tablo.3.7’de sunulmuştur. Arzu edilen öğrenme çıktıları öğretim programları (MEB, 2018a; 2018b; 2018c) doğrultusunda hazırlanmış, uzman görüşü doğrultusunda canlılara ilişkin yapı ve fonksiyon ilişkisi içeriğe dahil edilmiştir.

Tablo 3.7. *Biyomimikri Tasarım Görevi Arzu Edilen Çıktıların Belirlenmesi*

Arzu Edilen Öğrenme Çıktıları	Açıklama
İçerik (Ünite/konu)	Canlılar Dünyası Ünitesi/ Canlıların sınıflandırılması
İçerik Standartları /Kazanımlar	<i>Alana Özgü Amaçlar</i> Astronomi, biyoloji, fizik, kimya, yer ve çevre bilimleri ile fen ve mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmak,
Fen bilimleri dersi öğretim programı (MEB, 2018a)	Fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini geliştirmek, Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmeye fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak, Bilim insanlarının bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğunu, oluşturulan bu bilginin geçtiği süreçleri ve yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamaya yardımcı olmak, <i>Kazanımlar</i> F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. M.5.1.2.1. En çok beş basamaklı doğal sayılarla toplama ve çıkarma işlemi yapar. M.5.3.1.1. Veri toplamayı gerektiren araştırma soruları oluşturur. M.5.3.1.2. Araştırma sorularına ilişkin verileri toplar, sıklık tablosu ve sütun grafiğiyle gösterir.
Matematik dersi öğretim programı (MEB, 2018b)	TT. 7. D. 1. 1. Tasarım problemini söyler. TT. 7. D. 1. 3. Tasarım planı hazırlar. TT. 7. D. 1. 4. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur. TT. 7. D. 1. 5. Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir. TT. 7. D. 1. 6. Tasarladığı ürünü değerlendirme sonuçlarına göre yeniden yapılandırır. TT. 7. D. 2. 1. Sergileyeceği ürün veya ürünlerini sunar.
Teknoloji ve Tasarım/ Mühendislik	Disiplinler arasında bağlantı yapabilme
Teknoloji ve tasarım dersi öğretim programı (MEB,2018c)	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskobik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop, hijyen, güvenlik tedbirleri.
İçerik Standartları	Canlıların sahip olduğu yapılar ve bu yapılara ilişkin fonksiyonlar onların davranışlarını nasıl belirler?
Bütünleşik STEM amaçları	Canlılara ilişkin yapı ve bu yapıların fonksiyonları onların sınıflandırılmasında ne şekilde kullanılır?
Öğrenilecek bilgilerin (içeriğin belirlenmesi)	Mühendisler canlılara ilişkin yapılar ve bu yapıların fonksiyonları insanlığa ilişkin sorunları nasıl çözebilir?
Konu / Kavramlar (MEB, 2018a)	Bilim insanları nasıl araştırma yaparlar?
Gerekli- Temel sorular	<i>Öğrencilerin önceki bilgilerin belirlenmesi, yeni öğrenecekleri konu ile bağlantı yapılması:</i> Canlıların ortak özellikleri ile canlıların sınıflandırılması <i>Öğrencilerin bilmesi gerekenler</i> Anahtar kavramlara ait bilgiler: yapı-fonksiyon-sınıflama (hayvanlar, bitkiler, mantarlar, mikroskobik canlılar, omurgalı-omurgasız canlılar, çiçekli-çiçeksiz bitkiler, memeliler, balıklar, kuşlar, sürüngenler, iki yaşamlılar(kurbağalar) <i>Öğrencilerin anlaması gerekenler</i> Canlının sahip olduğu yapılar ve bu yapıların fonksiyonları onların davranışını belirler (ör. gaga yapısı-beslenmesini belirler) Canlıların sınıflandırılmasındaki ortak ya da ayırt edici özelliği belirleme. Canlıların sınıflandırılmasının gerekçesi. Bilimsel araştırmanın özellikleri, bilim insanlarının çalışmaları Mühendislik tasarım döngüsü (her basamağa ait özellik), kriter-kısıtlamalar, model, prototip ve mühendislerin çalışmaları. Verileri analiz eder ve sonuçları sütun grafiği ile gösterir Bilimsel çalışmalarda elde edilen veriler matematiksel gösterim şekilleriyle açıklanabilir. <i>Fen bilimleri dersi alana özgü beceriler</i> a. Bilimsel Süreç becerileri b. Yaşam Becerileri c. Mühendislik ve Girişimcilik becerileri <i>STEM kariyer bilinci</i> -Biyoteknoloji mühendisliği, Biyolog <i>21.yy. becerileri</i> Eleştirel düşünme, iş birliği, yaratıcılık, iletişim

2. *Kabul edilebilir kanıtların tanımlanması (değerlendirme)*: Biyomimikri tasarım görevi arzu edilen çıktıların belirlenmesinden sonra belirlenen çıktılarının nasıl değerlendirileceğine ilişkin kabul edilebilir kanıtların neler olması gerektiğine karar verilmiştir. Bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri değerlendirmeye yönelik kriterler doğrultusunda bir önceki aşamada belirlenen arzu edilen çıktılarının değerlendirilmesi için kullanılacak veri toplama araçları belirlenerek Tablo 3.8’de sunulmuştur.

Tablo 3.8. *Kabul Edilebilir Kanıtların Belirlenmesi*

Ölçme aracı	Açıklama
Canlılar ve yaşam ünitesi eleştirel düşünme becerileri başarı testi CDED-Testi	İki aşamalı test ile eleştirel düşünme becerileri ve akademik başarının ölçülmesini amaçlamaktadır. Bununla birlikte öğrencilerin kavram yanılgıları iki aşamalı test yoluyla tespit edilebilir. Öğrencilerin aldıkları puanlar ölçüt olarak alınır.
Küçük sınıf içi sözlü değerlendirmeler.	Uygulamalardan sonra konunun önemli noktalar hakkında öğrencilerin görüşleri sorulur. Kanıta dayalı açıklamalar istenir Öğretmen için süreç içerisinde eksik yanların belirlenmesini amaçlamaktadır. Öğrenciye puan verilmez.
Çalışma kağıtlarının değerlendirilmesi	Öğrencilerin öğrenme modülünde yer alan çalışma kağıtları değerlendirilirken açık cevap verilmez. Öğrencinin doğru cevabı kendisinin bulması ve farklı açılardan bakış açısı kazandırma ve düşünmenin geliştirilmesi esastır.
Akran değerlendirmesi	Geliştirilen rubrikler yoluyla belirtilen kriterlere göre öğrenciler yaptıkları çalışmalarını hem süreç içerisinde hem de sürecin sonunda değerlendirme olanağı bulurlar. Sunumların değerlendirilmesi- iletişim becerileri Ürünlerin değerlendirilmesi- yaratıcılık becerileri
Yansıtıcı açık uçlu sorular	Öğrenme modülü sonunda öğrencilerin süreci değerlendireceği yansıtıcı sorular yoluyla, takım çalışması becerileri, karşılaştıkları zorluklar ve problemlere nasıl çözüm bulduklarını anlamak amacı taşımaktadır.
Öğrenme modülleri (portfolyo değerlendirmesi)	Mühendislik tasarım sürecine ilişkin becerilerin ölçülmesi. Geliştirilen rubrik ile öğrencilerin mühendislik tasarım görevi süreci boyunca yaptıkları tüm çalışmalar değerlendirilir ve öğrencilere dönüt verilir.

3. *Öğrenme deneyimleri ve öğretimin planlanması*

a) Öğrencilerin ilgisini çekecek, bilimsel sorgulamaya olanak tanıyacak aynı zamanda diğer STEM disiplinleriyle bağlantı kurmayı sağlayacak mühendislik tasarım görevinin tanımlanması: Geliştirilen öğrenme modülünün temel amacı /büyük fikri doğrultusunda (canlıların sınıflandırılması ve yapı fonksiyon ilişkisi) mühendislik tasarım görevi belirlenmiştir. Biyomimikri bir yaklaşım olarak “doğanın zamanla test edilmiş kalıplarını ve stratejilerini taklit ederek insan sorunlarına sürdürülebilir çözümler arar” (Biomimicry Institute, 2010). Biyomimikri hem fen bilimleri dersinde canlıların sahip oldukları yapı, fonksiyon ve davranış ilişkisine dayanarak canlıların sınıflandırılması için hem de mühendislik tasarımı yoluyla insanlığa it problemleri çözmenin bir yolu olarak oldukça

elverişli fırsatlar sunmaktadır. Bununla birlikte diğer STEM disiplinleri ve STEM disiplinleri dışında kalan görsel sanatlar, tarih gibi diğer disiplinlerin de anlamlı bir şekilde entegrasyonuna olanak sağlar. Sayılan fırsatları sunması nedeniyle biyomimikri tasarım görevi seçilerek öğrencileri mühendislik tasarımı zorlukları içerisine dahil etmeyi amaçlayan bir senaryo araştırmacı tarafından yazılarak uzman görüşüne sunulmuş, dil uzmanı iki Türkçe öğretmeni tarafından incelenerek gerekli düzeltmeler sonrasında son hali verilmiştir.

b. Arzu edilen öğrenme çıktılarına yönelik eğitim sürecinin planlanması: Bu süreçte büyük tasarım görevini gerçekleştirmek aynı zamanda öğrenme ünitesinin büyük fikri olan canlıların yapı ve fonksiyon ilişkisinin anlaşılması ve canlıların sınıflandırılmasına ilişkin mini deneyler ve aktiviteler araştırmacı tarafından hazırlanarak bir alan uzmanı ve iki dil uzmanının görüşü alınarak son hali verilmiştir.

c. Öğrencilerin çeşitli kaynaklardan araştırma yapmalarına imkân verecek bilgi kaynaklarının belirlenmesi (kitaplar, internet erişimi vb.): Öğrencilerin uygulama süresince internet erişimi olan akıllı telefonları ve tabletleri kullanmalarına izin verilmiş olup ayrıca öğretmen tarafından her grup için internet erişimi olan toplam 6 adet diz üstü bilgisayar takımların kullanımı için verilmiştir. Ayrıca TÜBİTAK ilk okuma serisi kitapları (toplam 40 adet) uygulanacak etkinlik için dağıtılmış, öğrencilerin birbirleriyle değişimi sağlanmıştır.

d. Tüm sürecin gözden geçirilerek arzu edilen öğrenme çıktıları, kabul edilebilir kanıtlar (değerlendirme) ve öğrenme deneyimleri ve öğretimin planlanması yapılmıştır.

3.1.3.2. Şeker çantası tasarım görevi öğrenme modülünün geliştirilmesi.

Kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesine ilişkin olarak şeker çantası ve yelkenli triatlonu tasarım görevi olmak üzere iki öğrenme modülü geliştirilmiştir. Şeker çantası öğrenme modülü kuvvetin ölçülmesi ile ilgili kavramlara, yelkenli triatlonu öğrenme modülü ise yüzey sürtünmesi, sıvı ve hava direncinin etkilerini anlamaya yönelik olarak geliştirilmiştir.

Bu bölümde kuvvetin ölçülmesini kapsayan şeker çantası tasarım görevi öğrenme modüllerinin geliştirilmesi bölümünde açıklanan basamaklar kullanılarak bu sürece ilişkin yapılan çalışmalar ve izlenen yol aşağıda sunulmuştur.

1. Arzu edilen öğrenme çıktılarının belirlenmesi: Araştırma kapsamında bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkeleri doğrultusunda kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesi şeker

çantası tasarım görevi öğrenme modülüne ilişkin arzu edilen öğrenme çıktıları Tablo.3.9’da sunulmuştur.

Tablo 3.9. Şeker Çantası Tasarım Görevi Arzu Edilen Çıktıların Belirlenmesi

Arzu Edilen Öğrenme Çıktıları	Açıklama
İçerik (Ünite/konu)	Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme/ Kuvvetin Ölçülmesi
İçerik Standartları /Kazanımlar	<i>Alana Özgü Amaçlar</i>
Fen bilimleri dersi öğretim programı (MEB, 2018a)	Astronomi, biyoloji, fizik, kimya, yer ve çevre bilimleri ile fen ve mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmak, Doğanın keşfedilmesi ve insan-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel araştırma yaklaşımını benimseyip bu alanlarda karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek, Birey, çevre ve toplum arasındaki karşılıklı etkileşimi fark ettirmek; toplum, ekonomi ve doğal kaynaklara ilişkin sürdürülebilir kalkınma bilincini geliştirmek, Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmede fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak, Fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini geliştirmek, Bilim insanlarıncı bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğunu, oluşturulan bu bilginin geçtiği süreçleri ve yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamaya yardımcı olmak, Doğada ve yakın çevresinde meydana gelen olaylara ilişkin ilgi ve merak uyandırmak, tutum geliştirmek, Bilimsel çalışmalarda güvenliğin önemini fark ettirerek güvenli çalışma bilinci oluşturmak, Evrensel ahlak değerleri, millî ve kültürel değerler ile bilimsel etik ilkelerinin benimsenmesini sağlamak.
Matematik dersi öğretim programı (MEB, 2018b)	<i>Kazanımlar</i> F.5.3.1.1. Kuvvetin büyüklüğünü dinamometre ile ölçer. F.5.3.1.2. Basit araç gereçler kullanarak bir dinamometre modeli tasarlar M.5.1.2.4. En çok üç basamaklı iki doğal sayının çarpma işlemini yapar. M.5.1.5.1. Bir bütün 10, 100 veya 1000 eş parçaya bölündüğünde, ortaya çıkan kesrin birimlerinin ondalık gösterimle ifade edilebileceğini belirler. M.5.2.3.2. Üçgen ve dörtgenlerin çevre uzunluklarını hesaplar, verilen bir çevre uzunluğuna sahip farklı şekiller oluşturur. M.5.2.4.1. Dikdörtgenin alanını hesaplar, santimetrekare ve metrekareyi kullanır. M.5.2.5.1. Dikdörtgenler prizmasını tanıır ve temel elemanlarını belirler. M.5.3.1.2. Araştırma sorularına ilişkin verileri toplar, sıklık tablosu ve sütun grafiğiyle gösterir.
Teknoloji ve Tasarım/ Mühendislik	TT. 7. D. 1. 1. Tasarım problemini söyler. TT. 7. D. 1. 3. Tasarım planı hazırlar.
Teknoloji ve tasarım dersi öğretim programı (MEB,2018c)	TT. 7. D. 1. 4. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur. TT. 7. D. 1. 5. Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir. TT. 7. D. 1. 6. Tasarladığı ürünü değerlendirme sonuçlarına göre yeniden yapılandırır. TT. 7. D. 2. 1. Sergileyeceği ürün veya ürünlerini sunar.
İçerik Standartları	Disiplinler arasında bağlantı yapabilmek.
Bütünleşik STEM amaçları	Eleştirel düşünme becerileri- sistem düşüncesi, STEM mesleklerine ilgi
Öğrenilecek bilgilerin (içeriğin belirlenmesi)	Kuvvetin dinamometre ile ölçülmesi- Birim olarak Newton’u tanıma ve kullanma- kuvvetin etkileri-dinamometrenin parçaları ve bütünüyle ilişkisi-kâğıt çeşitleri.
Konu / Kavramlar (MEB, 2018a-2018b-2018c)	Dikdörtgenin alanı, dikdörtgenler prizması ve temel elemanları Temel tasarım ve mühendisliğe ilişkin kavramlar (model/prototip/kriter ve kısıtlamalar)
Gerekli- Temel sorular	Kuvvet uygulanan bir cisim uygulanan bu kuvvetten nasıl etkilenir? Neden kilogram ya da gram yerine kuvvet birimi olarak Newton kullanıyoruz? Esnek bir yay ile asılan cimin ağırlığı arasında ne tür bir ilişki vardır? Dinamometreyi oluşturan parçaların görevleri nelerdir? Plastik yerine kâğıt kullanımı ve geri dönüştürülmesi neden önemlidir?

(devamı arkadadır)

Tablo 3.9. *Şeker Çantası Tasarım Görevi Arzu Edilen Çıktıların Belirlenmesi (devamı)*

Arzu Edilen Öğrenme Çıktıları	Açıklama
İçerik (Ünite/konu)	Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme/ Kuvvetin Ölçülmesi
Anahtar Bilgi ve Beceriler	<p><i>Öğrencilerin önceki bilgilerin belirlenmesi, yeni öğrenilecekleri konu ile bağlantı yapılması:</i></p> <p>Kuvvetin etkileri</p> <p><i>Öğrencilerin bilmesi gerekenler</i></p> <p>Anahtar kavramlara ait bilgiler: Kuvvet, kütle, ağırlık, dinamometre, Newton</p> <p><i>Öğrencilerin anlaması gerekenler</i></p> <p>Kuvvet ile ağırlık-kütle arasındaki fark</p> <p>Esnek cisimlerin uzama miktarı ile kuvvet arasındaki ilişki</p> <p>Bilimsel araştırmanın özellikleri, bilim insanlarının çalışmaları</p> <p>Ger dönuşüm,</p> <p>Kâğıt mühendisliği</p> <p>Mühendislik tasarım döngüsü (her basamağa ait özellik), kriter-kısıtlamalar, model, prototip ve mühendislerin çalışmaları.</p> <p>Verileri analiz edilmesi ve sonuçları sütun grafiği ile gösterilmesi.</p> <p>Bilimsel çalışmalarda elde edilen veriler matematiksel gösterim şekilleriyle açıklanabilir.</p> <p><i>Fen bilimleri dersi alana özgü beceriler</i></p> <p>a. Bilimsel Süreç becerileri</p> <p>b Yaşam Becerileri</p> <p>c. Mühendislik ve Girişimcilik becerileri</p> <p><i>STEM kariyer bilinci</i></p> <p>Orman ürünleri ve endüstrisi mühendisliği, kağıt -ürün ve ambalaj mühendisliği.</p> <p><i>21. yy. becerileri</i></p> <p>Eleştirel düşünme, takım çalışması ve iş birliği, yaratıcılık, iletişim</p>

2. *Kabul edilebilir kanıtların tanımlanması (değerlendirme):* Bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri değerlendirmeye yönelik kriterler doğrultusunda bir önceki aşamada belirlenen arzu edilen çıktıların değerlendirilmesi için kullanılacak veri toplama araçları belirlenerek Tablo 3.10’da sunulmuştur.

Tablo 3.10. *Kabul Edilebilir Kanıtların Belirlenmesi*

Ölçme aracı	Açıklama
Küçük sınıf içi sözlü değerlendirmeler.	Uygulamalardan sonra konunun önemli noktalar hakkında öğrencilerin görüşleri sorulur. Kanıta dayalı açıklamalar istenir
Çalışma kağıtlarının değerlendirilmesi	Öğretmen için süreç içerisinde eksik yanların belirlenmesini amaçlanır. Öğrenciye puan verilmez.
Akran değerlendirmesi	Öğrencilerin öğrenme modülünde yer alan çalışma kağıtları değerlendirilirken açık cevap verilmez. Öğrencinin doğru cevabı kendisinin bulması esastır. Farklı açılardan bakış açısı kazandırma ve düşünmenin geliştirilmesi esastır.
Yansıtıcı açık uçlu sorular	Geliştirilen rubrikler yoluyla belirtilen kriterlere göre öğrenciler yaptıkları çalışmaları hem süreç içerisinde hem de sürecin sonunda değerlendirme olanağı bulurlar.
Öğrenme modülleri (portfolyo değerlendirmesi)	Sunumların değerlendirilmesi- iletişim becerileri
	Ürünlerin değerlendirilmesi- yaratıcılık becerileri
	Öğrenme modülü sonunda öğrencilerin süreci değerlendireceği yansıtıcı sorular yoluyla, takım çalışması becerileri, karşılaştıkları zorluklar ve problemlere nasıl çözüm bulduklarını anlamak amacı taşımaktadır.
	Mühendislik tasarım sürecine ilişkin becerilerin ölçülmesi.
	Geliştirilen rubrik ile öğrencilerin mühendislik tasarım görevi süreci boyunca yaptıkları tüm çalışmalar değerlendirilir ve öğrencilere dönüt verilir.

3. Öğrenme deneyimleri ve öğretimin planlanması:

a) Öğrencilerin ilgisini çekecek, bilimsel sorgulamaya olanak tanıyacak aynı zamanda diğer STEM disiplinleriyle bağlantı kurmayı sağlayacak mühendislik tasarım görevinin tanımlanması: Geliştirilen öğrenme modülünün temel amacı /büyük fikri olan kuvvetin ölçülmesi doğrultusunda şeker çantası yapımı tasarım görevi olarak belirlenmiştir. Şeker çantası tasarım görevi kuvvetin ölçülmesi ve etkilerini öğrenmeye yönelik ilgi çekici bir etkinlik olmasının yanında STEM disiplinlerini entegre etmek için fırsatlar sunmaktadır. Ayrıca güncel bir konu olan plastik poşetlerin ücretli satılması planlanırken tasarlanan bu çalışma günlük yaşam sorunları, çevre sorunları ile doğrudan bağlantılıdır. Bu anlamda mevcut konunun sınırları ötesinde aynı zamanda geri dönüşüm ve çevre bilincinin yanında kâğıt mühendisliği, ürün ve ambalaj mühendisliği, gıda mühendisliği gibi STEM mesleklerini tanıtmak için de oldukça pratik bir çerçeve sunmaktadır. Bununla birlikte diğer STEM disiplinleri ve STEM disiplinleri dışında kalan görsel sanatlar gibi diğer disiplinlerin de anlamlı bir şekilde entegrasyonuna olanak sağlar. Sayılan fırsatları sunması nedeniyle şeker çantası tasarım görevi seçilerek öğrencileri mühendislik tasarımı zorlukları içerisine dahil etmeyi amaçlayan bir senaryo araştırmacı tarafından yazılarak uzman görüşüne sunulmuş, dil uzmanı iki Türkçe öğretmeni tarafından incelenerek gerekli düzeltmeler sonrasında son hali verilmiştir.

b. Arzu edilen öğrenme çıktılarına yönelik eğitim sürecinin planlanması: Tasarım görevinin büyük fikri olan kuvvetin ölçülmesinin anlaşılması ve şeker çantasının tasarımı için gerekli olan bilginin toplanması amacıyla mini deneyler ve aktiviteler araştırmacı tarafından hazırlanarak bir alan uzmanı ve iki dil uzmanının görüşü alınarak son hali verilmiştir.

c. Öğrencilerin çeşitli kaynaklardan araştırma yapmalarına imkân verecek bilgi kaynaklarının belirlenmesi (kitaplar, internet erişimi vb.). Öğrencilerin uygulama süresince internet erişimi olan akıllı telefonları ve tabletleri kullanmalarına izin verilmiş olup ayrıca öğretmen tarafından her grup için internet erişimi olan toplam 6 adet diz üstü bilgisayar takımların kullanımına sunulmuştur. Bununla birlikte Antalya organize sanayi bölgesinde bir firma ile iş birliğine gidilerek kâğıt üretimi alanında bir akademisyen, ürün ve ambalaj (paketleme) uzmanı ve bir gıda mühendisi sınıf ortamını ziyaret ederek çalışmanın bir bölümüne katılmışlardır. Modüllerin geliştirilmesi aşamasında kâğıt çeşitleri ve fiyatları için uzmanlarla görüşülerek güncel bilgiler alınarak modüllerin geliştirilmesi sürecinde bu bilgilerden yararlanılmıştır.

d. Tüm sürecin gözden geçirilerek arzu edilen öğrenme çıktıları, kabul edilebilir kanıtlar (değerlendirme) ve öğrenme deneyimleri ve öğretimin planlanması yapılmıştır.

3.1.3.3. Yelkenli Triatlonu yarışması tasarım görevi öğrenme modülünün geliştirilmesi. Kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesine yönelik tasarlanan yelkenli triatlonu yarışması öğrenme modüllerinin geliştirilmesi bölümünde açıklanan basamaklar kullanılarak bu sürece ilişkin yapılan çalışmalar ve izlenen yol aşağıda sunulmuştur.

1. *Arzu edilen öğrenme çıktılarının belirlenmesi:* Araştırma kapsamında bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkeleri doğrultusunda kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesi, sürtünme kuvvetine ilişkin olarak *yelkenli triatlonu* tasarım görevi öğrenme modülü arzu edilen öğrenme çıktıları Tablo.3.11’de sunulmuştur.

Tablo 3.11. *Yelkenli Triatlonu Yarışması Tasarım Görevi Arzu Edilen Çıktıların Belirlenmesi*

Arzu Edilen Öğrenme Çıktıları	Açıklama
İçerik (Ünite/konu)	Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme/ Sürtünme Kuvveti
İçerik Standartları /Kazanımlar	<i>Alana Özgü Amaçlar</i>
Fen bilimleri dersi öğretim programı (MEB, 2018a)	Astronomi, biyoloji, fizik, kimya, yer ve çevre bilimleri ile fen ve mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmak, Doğanın keşfedilmesi ve insan-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel araştırma yaklaşımını benimseyip bu alanlarda karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek, Birey, çevre ve toplum arasındaki karşılıklı etkileşimi fark ettirmek; toplum, ekonomi ve doğal kaynaklara ilişkin sürdürülebilir kalkınma bilincini geliştirmek, Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözüme fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak, Fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini geliştirmek, Bilim insanları bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğunu, oluşturulan bu bilginin geçtiği süreçleri ve yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamaya yardımcı olmak, Doğada ve yakın çevresinde meydana gelen olaylara ilişkin ilgi ve merak uyandırmak, tutum geliştirmek, Bilimsel çalışmalarda güvenliğin önemini fark ettirerek güvenli çalışma bilinci oluşturmak, Evrensel ahlak değerleri, millî ve kültürel değerler ile bilimsel etik ilkelerinin benimsenmesini sağlamak.
	<i>Kazanımlar</i>
	F.5.3.2.1. Sürtünme kuvvetine günlük yaşamdan örnekler verir.
	F.5.3.2.2. Sürtünme kuvvetinin çeşitli ortamlarda harekete etkisini deneyerek keşfeder.
	F.5.3.2.3. Günlük yaşamda sürtünmeyi artırma veya azaltmaya yönelik yeni fikirler üretir.
	F.6.3.1.3. Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek karşılaştırır.

(devamı arkadadır)

Tablo 3.11. *Yelkenli Triatlonu Yarışması Tasarım Görevi Arzu Edilen Çıktıların Belirlenmesi (devamı)*

Arzu Edilen Öğrenme Çıktıları	Açıklama
İçerik (Ünite/konu)	Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme/ Sürtünme Kuvveti
Matematik dersi öğretim programı (MEB, 2018b)	M.5.1.5.6. Ondalık gösterimleri verilen sayılarla toplama ve çıkarma işlemleri yapar. M.5.2.3.3. Zaman ölçme birimlerini tanır, birbirine dönüştürür ve ilgili problemleri çözer. M.5.2.3.2. Üçgen ve dörtgenlerin çevre uzunluklarını hesaplar, verilen bir çevre uzunluğuna sahip farklı şekiller oluşturur. M.5.2.4.1. Dikdörtgenin alanını hesaplar, santimetrekare ve metrekareyi kullanır. M.5.3.1.2. Araştırma sorularına ilişkin verileri toplar, sıklık tablosu ve sütun grafiğiyle gösterir. M.6.4.2.2. Bir veri grubuna ait aritmetik ortalamayı hesaplar ve yorumlar.
Teknoloji ve Tasarım/ Mühendislik	TT. 7. D. 1. 1. Tasarım problemini söyler. TT. 7. D. 1. 3. Tasarım planı hazırlar.
Teknoloji ve tasarım dersi öğretim programı (MEB,2018c)	TT. 7. D. 1. 4. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur. TT. 7. D. 1. 5. Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir. TT. 7. D. 1. 6. Tasarladığı ürünü değerlendirme sonuçlarına göre yeniden yapılandırır. TT. 7. D. 2. 1. Sergileyeceği ürün veya ürünlerini sunar.
İçerik Standartları	Disiplinler arasında bağlantı yapabilmek.
Bütünleşik STEM amaçları	Eleştirel düşünme becerileri- STEM mesleklerine ilgi
Öğrenilecek bilgilerin (içeriğin belirlenmesi)	Sürtünme kuvveti, yüzey sürtünmesi, su ve hava direnci
Konu / Kavramlar (MEB, 2018a-2018b-2018c)	Dikdörtgenin alanı, dikdörtgenler prizması ve temel elemanları
Gerekli- Temel sorular	Temel tasarım ve mühendisliğe ilişkin kavramlar (model/prototip/kriter ve kısıtlamalar)
Anahtar Bilgi ve Beceriler	Yüzey sürtünmesi/ hava direnci/sıvı direnci bir cismin hareketine nasıl etkiler? Yüzey alanı sürtünme kuvvetini nasıl etkiler? Günlük hayatta sürtünmeyi etkilerini arttırmak ya da azaltmak için ne tür mühendislik çözümleri ortaya konulmuştur? <i>Öğrencilerin önceki bilgilerin belirlenmesi, yeni öğrencekleri konu ile bağlantı yapılması:</i> Kuvvetin etkileri <i>Öğrencilerin bilmesi gerekenler</i> Anahtar kavramlara ait bilgiler: Kuvvet, kütle, ağırlık, dinamometre, Newton <i>Öğrencilerin anlaması gerekenler</i> Kuvvet bir cismin hareketi veya şekil değiştirmesini açıklamanın temel anahtarıdır. Yüzey sürtünmesi, hava direnci ve su direncinin cisimlerin hareketine etkisi Bilimsel araştırmanın özellikleri, bilim insanlarının çalışmaları Geri dönüşüm, Kâğıt mühendisliği Mühendislik tasarım döngüsü (her basamağa ait özellik), kriter-kısıtlamalar, model, prototip ve mühendislerin çalışmaları. Verileri analiz edilmesi ve sonuçları sütun grafiği ile gösterilmesi. Bilimsel çalışmalarda elde edilen veriler matematiksel gösterim şekilleriyle açıklanabilir. <i>Fen bilimleri dersi alana özgü beceriler</i> a. Bilimsel Süreç becerileri b. Yaşam Becerileri c. Mühendislik ve Girişimcilik becerileri <i>STEM kariyer bilinci</i> Gemi, Uçak, Otomobil, makine mühendisliği <i>21. yy. becerileri:</i> Eleştirel düşünme, takım çalışması ve iş birliği, yaratıcılık, iletişim

2. *Kabul edilebilir kanıtların tanımlanması (değerlendirme):* Bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri değerlendirmeye yönelik kriterler doğrultusunda bir önceki aşamada belirlenen arzu edilen çıktılarının değerlendirilmesi için kullanılacak veri toplama araçları belirlenerek Tablo 3.12’de sunulmuştur.

Tablo 3.12. *Kabul Edilebilir Kanıtların Belirlenmesi*

Ölçme aracı	Açıklama
Kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesi eleştirel düşünme becerileri başarı testi KÖSED-Testi	İki aşamalı test ile eleştirel düşünme becerileri ve akademik başarının ölçülmesini amaçlamaktadır. Bununla birlikte öğrencilerin kavram yanılgıları iki aşamalı test yoluyla tespit edilebilir. Öğrencilerin aldıkları puanlar ölçüt olarak alınır.
Küçük sınıf içi sözlü değerlendirmeler.	Uygulamalardan sonra konunun önemli noktalar hakkında öğrencilerin görüşleri sorulur. Kanıta dayalı açıklamalar istenir Öğretmen için süreç içerisinde eksik yanların belirlenmesini amaçlamaktadır. Öğrenciye puan verilmez.
Çalışma kağıtlarının değerlendirilmesi	Öğrencilerin öğrenme modülünde yer alan çalışma kağıtları değerlendirilirken açık cevap verilmez. Öğrencinin doğru cevabı kendisinin bulması esastır. Farklı açılardan bakış açısı kazandırma ve düşünmenin geliştirilmesi esastır.
Akran değerlendirmesi	Geliştirilen rubrikler yoluyla belirtilen kriterlere göre öğrenciler yaptıkları çalışmalarını hem süreç içerisinde hem de sürecin sonunda değerlendirme olanağı bulurlar. Sunumların değerlendirilmesi- iletişim becerileri Ürünlerin değerlendirilmesi- yaratıcılık becerileri
Yansıtıcı açık uçlu sorular	Öğrenme modülü sonunda öğrencilerin süreci değerlendireceği yansıtıcı sorular yoluyla, takım çalışması becerileri, karşılaştıkları zorluklar ve problemlere nasıl çözüm bulduklarını anlamak amacı taşımaktadır.
Öğrenme modülleri (portfolyo değerlendirmesi)	Mühendislik tasarım sürecine ilişkin becerilerin ölçülmesi. Geliştirilen rubrik ile öğrencilerin mühendislik tasarım görevi süreci boyunca yaptıkları tüm çalışmalar değerlendirilir ve öğrencilere dönüt verilir.

3. *Öğrenme deneyimleri ve öğretimin planlanması:*

a) Öğrencilerin ilgisini çekecek, bilimsel sorgulamaya olanak tanıyacak aynı zamanda diğer STEM disiplinleriyle bağlantı kurmayı sağlayacak mühendislik tasarım görevinin tanımlanması: Geliştirilen öğrenme modülünün temel amacı /büyük fikri olan *cisimlerin hareketi ve cisimlerdeki şekil değişikliği kuvvet ile açıklanabilir* doğrultusunda yelkenli Triatlonu yarışması tasarım görevi olarak belirlenmiştir. Araştırmacı tarafından geliştirilen Yelkenli Triatlonu tasarım görevi öğrencilerin yüzey sürtünmesi, hava ve su direncini aynı anda yönetebilmeleri amaçlayan mühendislik tasarım görevi zorluklarını içermektedir. Bununla birlikte STEM disiplinlerini bütünleştirmeyi sağlayan mühendislik görevi aynı zamanda gerçek bir yaşam bağlamı sunmaktadır. Bununla birlikte Yelkenli Triatlonu öğrenme modülü bir bütün olarak otomobil, havacılık ve uzay, uçak, makine ve gemi mühendisliğinin tanıtılabileceği uygun bir çerçeve sunmaktadır. Araştırmacı tarafından

hazırlanan senaryo uzman görüşüne sunulmuş, dil uzmanı iki Türkçe öğretmeni tarafından incelenerek gerekli düzeltmeler sonrasında son hali verilmiştir.

b. Arzu edilen öğrenme çıktılarına yönelik eğitim sürecinin planlanması: Büyük tasarım görevi olana yelkenli triatlonu'na ilişkin bilginin keşfedilmesi amacıyla mini deneyler ve aktiviteler araştırmacı tarafından hazırlanarak bir alan uzmanı ve iki dil uzmanının görüşü alınarak son hali verilmiştir.

c. Öğrencilerin çeşitli kaynaklardan araştırma yapmalarına imkân verecek bilgi kaynaklarının belirlenmesi (kitaplar, internet erişimi vb.): Öğrencilerin uygulama süresince internet erişimi olan akıllı telefonları ve tabletleri kullanmalarına izin verilmiş olup ayrıca öğretmen tarafından her grup için internet erişimi olan toplam 6 adet diz üstü bilgisayar takımların kullanımına sunulmuştur.

d. Tüm sürecin gözden geçirilerek arzu edilen öğrenme çıktıları, kabul edilebilir kanıtlar (değerlendirme) ve öğrenme deneyimleri ve öğretimin planlanması yapılmıştır.

3.1.4. Araştırmanın Prototip Oluşturma Aşaması

Prototip Oluşturma (Müdahaleler ve Yinelemeli Tasarım) aşamasında prototiplerin yinelemeli döngülerine dayalı olarak biçimlendirici değerlendirme ile müdahalenin iyileştirilmesi (Abdallah, 2011; van den Akker ve diğ., 2006) amaçlanmıştır. Bu aşamada öğrenme modüllerinin öğrenci deneyimlerine etkisi her bir modülün uygulanması sırasında ve sonrasında öğrencilerden toplanan nitel ve nicel verilerin uygulama ile eşzamanlı olarak analizi gerçekleştirilmiştir. Prototip oluşturma aşamasında elde edilen veriler bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkelerinin iyileştirilmesi ve geliştirmesine yönelik yapılacak müdahalelerin uzman görüşleri de alınarak belirlenmesini sağlamıştır. Çalışmada canlılar ve yaşam ünitesi için bir, kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesi için iki öğrenme modülü geliştirilmiştir.

Çalışmada geliştirilen birinci öğrenme modülü canlılar dünyası ünitesi biyomimikri mühendislik tasarım görevini içermektedir. Modülün araştırmanın çalışma grubuna uygulanması sürecinde elde edilen veriler tarama anketi, yarı yapılandırılmış görüşmeler, öğrenci yansımaları ve fen içeriği kullanılarak geliştirilen eleştirel düşünme becerileri başarı testlerinin uygulaması ile elde edilmiştir. Elde edilen veriler ikinci öğrenci öğrenme modülünün tasarımının iyileştirilmesi için kullanılmıştır.

İkinci öğrenci öğrenme modülü, kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesi şeker çantası mühendislik tasarım görevi olarak belirlenmiştir. Bu aşamada veriler yarı yapılandırılmış görüşmeler ve öğrenci yansımalarından elde edilmiştir. Toplanan verilerin

analiz sonuçları kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme yelkenli Triatlonu yarışması mühendislik tasarım görevi öğrenci öğrenme modülünü iyileştirmek için kullanılmıştır. Üçüncü ve son modülün uygulanması sırasında veriler yarı yapılandırılmış görüşmeler, öğrenci yansımaları, fen içeriği kullanılarak geliştirilen eleştirel düşünme becerileri başarı testleri ve prototip oluşturma aşamasının başlangıcında uygulanan tarama testleri ve ölçüklerin son testlerinin uygulanmasıyla toplanmıştır.

Geliştirilen üç modülün uygulanması sürecinde toplanan veriler prototipin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi amacıyla sistematik bir şekilde düzenlenerek değerlendirilmiş, uzman görüşleri doğrultusunda gerekli revizyonlar yapılarak diğer döngüler uygulanmıştır. Elde edilen bulgular çalışmanın bulgular ve yorumlar bölümünde sunulmuştur.

3.1.5. Araştırmanın Değerlendirme ve Yansıtma Aşaması

Bu aşamada prototip oluşturma aşamasında elde edilen verileri analizi doğrultusunda çözüm ya da müdahalenin önceden ayrıntılı olarak belirlenmiş özellikleri karşılayıp karşılamadığı (Abdallah, 2011, Plomp, 2013) belirlenmiştir. Bir önceki aşamada yürütülen üç yinelemenin kapsamlı bir değerlendirilmesi yapılarak nihai bir tasarım çerçevesine ulaşılmıştır (Abdallah, 2011). Son tasarım çerçevesi bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkeleri doğrultusunda geliştirilen öğrenci öğrenme modüllerinin gerçekleştirilen uygulamaları ne oranda desteklediği incelenmiştir. Tüm araştırmada elde edilen veriler bütüncül bir yaklaşımla analiz edilerek bulgular ortaya konulmuş, sonuçlar rapor edilmiştir.

3.2. Örneklem/Çalışma Grubu

Tasarım tabanlı araştırmanın doğası nedeniyle, eğitimde tasarım tabanlı bir araştırma çalışmasına katılanlar araştırmanın merkezinde yer almaktadır (Reeves, 2006). Bu çalışma doğası gereği, nitel ve nicel yöntemler bir arada kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın prototip oluşturma aşamasında müdahale yapılan grup aynı zamanda araştırmanın çalışma grubunu oluşturmaktadır. Çalışma grubu amaçlı örnekleme yöntemiyle oluşturulmuştur (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu araştırma amaçlı örneklem seçme yöntemlerinden araştırmacının aynı zamanda öğretmen olarak çalıştığı okul göz önüne alınarak kolay ulaşılabilir örnekleme (Patton, 2014) yöntemi ile seçilmiştir. Çalışma

2018-2019 eğitim-öğretim yılında Antalya ili Döşemealtı ilçesi bir devlet ortaokulunda beşinci sınıfta öğrenimlerini sürdüren 22 (10 kız, 12 erkek) öğrenci ile yürütülmüştür.

Araştırmanın çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin sosyo- ekonomik düzeyi birbirine benzer olmakla birlikte öğrencilerin çoğunluğunun ailesi orta-alt gelir düzeyine sahiptir. Sadece iki öğrencinin babası üniversite mezunu olup, çoğunluk ortaokul ve ilkokul mezunudur. Okul Antalya'nın yeni gelişmekte olan büyükşehir belediyesine bağlı organize sanayi bölgesine yakın olması nedeniyle yoğun göç alan bir semtte bulunmaktadır. Henüz teknolojik açıdan yeterli donanımına sahip olmayan okulda akıllı tahta bulunmamakta, bilgi teknolojileri sınıfında ise 10 bilgisayar çalışır durumdadır. Laboratuvarı bulunmayan okulun neredeyse tüm birimleri derslik olarak kullanılmaktadır. Uygulama yapılan sınıfta beyaz yazı tahtası, iki kişilik sıralar, duyuru panosu dışında herhangi bir araç gereç bulunmamakla beraber araştırmacı tarafından gerekli olduğu durumlarda her grup için internet erişimi olan birer adet diz üstü bilgisayar, basılı eğitsel materyaller sağlanmıştır. Öğrencilerin çoğunluğu aynı ilkokulu bitirmişler, ancak en çok dört öğrenci aynı şubeden bu sınıfta bulunmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin birçoğu önceden birbirlerini tanımamaktadır. Öğrenciler uygulamanın yapıldığı zamana kadar herhangi bir şekilde takım çalışmasına katılmamışlardır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu bölümde araştırma kapsamında geliştirilen ve kullanılan veri toplama araçlarına ilişkin pilot uygulamalar, geçerlik ve güvenilirliğe ilişkin yapılan çalışmalar hakkında bilgi sunulmuştur.

3.3.1. Mühendislik Tasarım Görevi Değerlendirme Rubriği

Bu çalışmada STEM eğitimi ile tasarlanan fen bilimleri üniteleri için üç öğrenci öğrenme modülü geliştirilmiştir (Ek-3, Ek-4 ve Ek-5). Modüller içerisinde yer alan çalışma kağıtları, tasarımlar ve süreç sonunda elde edilen ürünler öğrencilerin yapmış olduğu çalışmalardır. Bu çalışmada geliştirilen öğrenme modülleri, sistematik bir şekilde öğrenci çalışmalarını bir araya getirme amacı taşımakta olup aynı zamanda öğrencilerin ve öğrencinin üyesi olduğu takımın detaylı bir şekilde izlenmesine olanak verdiği için amacına göre çalışma portfolyosu (Doğan, 2019) olarak isimlendirilebilir. Araştırmada mühendislik tasarımı sürecinin basamaklarına ilişkin öğrencilerin yeterlik düzeyini, anlayışlarını ve süreç boyunca katıldıkları uygulamaları değerlendirmek amacıyla tasarım görevleri için tasarım görevi değerlendirme rubrikleri (Ek.3, Ek.4, Ek.5) geliştirilmiştir.

Değerlendirme öğrenci modüllerinden elde edilen yazılı veya görsel veriler ile öğrencilerin ortaya çıkardığı ürünler ve sunumlarının geliştirilen rubriklere göre puanlanmasına dayanmaktadır.

3.3.2. Canlılar Dünyası Eleştirel Düşünme Becerileri Başarı Testi (CDED-Testi) ve Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme Eleştirel Düşünme Becerileri Başarı Testinin (KÖSED-Testi) Geliştirilmesi

Araştırmacı tarafından ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin düzeylerini tespit etmek amacıyla çoktan seçmeli iki aşamalı maddelerden oluşan CDED-Testi ve KÖSED-Testi araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Testlerin geliştirilmesi aşamasında Coaley'in (2010) yaklaşımı temel alınarak Doğan (2019) tarafından eklettik bir yaklaşımla oluşturulan test planı izlenmiştir. Bu çalışmada geliştirilen testler için izlenen adımlar sırasıyla aşağıda açıklanmıştır.

1. *Amaçların belirlenmesi:* CDED-Testi ve KÖSED-Testi, fen bilimleri dersi içeriği kullanılarak ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin düzeyini ölçmek ve bütünlük STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan öğrenme modüllerinin uygulanması sonrasında, öğrenme modüllerinin öğrencilerin düşünme becerileri düzeyinde farklılaşmaya neden olup olmadığını belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Her iki test müdahale öncesi ve sonrasında uygulanmıştır.

2. *Özelliklerin Belirlenmesi:* Facione'nin (1990) Delphi çalışması sonucunda eleştirel düşünmenin bilişsel beceri boyutu; yorumlama, analiz, değerlendirme, çıkarımda bulunma, açıklama ve öz-düzenleme olmak üzere altı beceri üzerinde çalışmaya katılan uzmanlar fikir birliğine varmışlardır. Beşinci sınıf fen bilimleri dersi içeriğini kullanarak hazırlanan çoktan seçmeli iki aşamalı maddeler, Facione'nin (1990) Delphi çalışması sonucunda üzerinde mutabakata varılan eleştirel düşünme becerileri bilişsel boyutunda yer alan eleştirel düşünme becerilerinin üç unsurunu; yorumlama, analiz ve çıkarımda bulunma becerilerini kapsamaktadır. Bu beceriler ve becerilere ait alt beceriler Tablo 3.13'de sunulmuştur.

Tablo 3.13. *Eleştirel Düşünme Becerilerinin Alt Unsurları Yorumlama, Analiz, Çıkarımda Bulunma*

Eleştirel Düşünme Becerisi	Alt unsurlar	Açıklama
Yorumlama	Sınıflandırma	Bilgiyi anlamak, betimlemek ya da karakterize etmek için kategorileri, farkları ya da çerçeveleri yakalama ya da uygun olarak formüle etme.
	Anlam çıkarma	Uygun kategori, fark ya da çerçeve tarzında kavranabilir anlamlar almaları için tecrübe, durum, inanç, olay ve benzerini betimleme
	Anlamlara açıklık getirme	Dil, sosyal davranışlar, çizimler, rakamlar, grafikler, tablolar, çizelgeler, işaretler ve semboller gibi gelenek (convention) temelli iletişim sistemlerinde belirtilen çıkarımsal ilişkiler, kriter, prosedürler, kurallar, bakış açıları, değerler, sosyal önem, amaçlar, güdüler, anlamlar, etkileyici anlam ya da bilgi içeriğini betimleme, dikkat etme ve ortaya çıkarma
Analiz	Fikirleri derinlemesine inceleme	Kelimelerin, fikirlerin, kavramların, ifadelerin, davranışların, çizimlerin, rakamların, işaretlerin, çizelgelerin, grafiklerin, sembollerin, kuralların, olayların ya da törenlerin durumsal, geleneksel ya da amaçlanan anlamlarını şart koşma, betimleme, analogi ya da mecazi anlatım sayesinde başka sözcüklerle anlatma ya da açıklama.
	Argümanları tanımlama	Kafa karışıklığı istenmeyen belirsizlik ya da birden fazla anlama gelme durumunu kaldırmak için ya da mantıklı bir prosedür düzenlemek için şart koşma, betimleme, analogi ya da mecazi anlatım kullanma
	Argümanları analiz etme	Tartışma, muhakeme ya da ikna etme durumunda çeşitli ifadelerin oynadığı rolü ya da amaçlanan rolü belirleme. Terimleri tanımlama.
		Fikir, kavram ya da ifadeleri karşılaştırma ya da aralarındaki farkı gösterme. Konuları ya da problemleri saptama ve onların bütüncül parçalarını belirleme ve o parçaların birbirleriyle ve bütünüyle olan kavramsal ilişkilerini saptama.
Çıkarımda Bulunma	Kanıtları sorgulama	Verilen ifade, betimleme, soru ya da grafik sunumlarının açık olup olmadığını ya da bazı iddia, görüş ya da bakış açılarını yanlışlayan ya da destekleyen sebep ya da sebepleri ifade etmeyi amaçlama durumunu belirleme.
	Alternatifleri tahmin etme	Bazı iddia, görüş ya da bakış açılarını desteklemeyi ya da reddetmeyi amaçlayan sebep ya da sebeplerin bir ifadesi verildiğinde; Amaçlanan temel sonucu tanıma ve ayırt etme.
	Sonuçlar çıkarma	Temel sonucu desteklemeye yardım eden varsayım ve sebepleri tanıma ve ayırt etme.
		Aracılık eden sonuçlar, belirtilmeyen varsayımlar ya da ön tahminler gibi ifade edilmeyen muhakeme unsurlarını tanıma ve ayırt etme.
	Argümanları sunma	Argümanın kapsamlı yapısını ya da amaçlanan muhakeme zincirini tanıma ve ayırt etme.
	Arka planda amaçlanan ya da belirtilen muhakemenin bir parçası olarak incelenmiş olan ifadelerin yapısında bulunan maddeleri tanıma ve ayırt etme.	
	Destekleme gerektiren önermeleri fark etme ve destek sağlayabilecek bilgiyi araştırmak ve toplamak için özel olarak bir strateji belirtme.	
	Verilen bir alternatif, soru, sorun, teori, hipotez ya da gerekli bir ifadenin değerini, akla yatkinliğini ya da kabul edilebilirliğine karar vermeyle ilgili bilgiyi genel olarak yargılama.	
	Bir problemi çözmek için çok sayıda alternatif belirtme, bir soruyla ilgili bir dizi tahmini varsayma, bir olayla ilgili alternatif hipotezleri tasarlama, hedefi gerçekleştirmek için farklı planlar geliştirme.	
	Karar, pozisyon, politika, teori ya da inançların olası sonuçlarını tasarlama ve ön tahminler oluşturma.	
	Verilen bir konu ya da sorunla uğraşması gereken bir kişinin pozisyon, görüş ya da bakış açısını belirlemede uygun çıkarım usullerini uygulama.	
	Bir dizi ifade, betimleme, soru ya da diğer sunum türleri verildiğinde onları destekleyen, haklı çıkarıcı, kapsayan ya da gerektiren çıkarımsal ilişkiler ve sonuçlar ya da ön tahminlerin mantıksal güç düzeyini düşünme.	
	Analojik, aritmetik, diyalektik ve bilimsel olarak sorgulama gibi çeşitli alt tür sorgulamaları başarılı olarak kullanma.	
	Bir kanıt tarafından çok güçlü bir şekilde desteklenen ya da haklı çıkarılan ya da verilen bilgi tarafından reddedilmesi ya da daha az akla yatkin olması gereken çeşitli olası sonuçları belirleme	
	Bir iddiayı kabul etmek için nedenler gösterme. Çıkarımsal, analitik, değerlendirici kararların metot, kavramsallaştırma, kanıt, ölçüt ya da durumsal uygunluğuna olan itirazları karşılama.	

Testlerin geliştirilmesi sürecinde, fen bilimleri öğretim programındaki (MEB, 2018a) genel ve özel amaçlar ile Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinde belirtilen yetkinlikler temel alınmıştır. Teste yer alan iki aşamalı maddeler yoluyla öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin üç unsuru; yorumlama, analiz ve çıkarımda bulunma becerilerinin ölçülmesi hedeflenmiştir. Ayrıca ölçülmesi hedeflenen bu beceriler ile birlikte fen bilimleri dersi öğretim programında (MEB, 2018a) yer alan temel amaçlar, alana özgü kazanımlar ile alana özgü beceriler göz önüne alınmıştır.

3. *Planlama*: Bu aşamada testlerin geliştirilmesi amacıyla belirlenen özellikler doğrultusunda bir test geliştirme planı oluşturulmuştur. Bu plan doğrultusunda aşağıdaki test geliştirme aşamaları sırasıyla uygulanmıştır.

a. Test kapsamının belirlenmesi: CDED-Testi için test kapsamı beşinci sınıf fen bilimleri dersi öğretim programında belirtilen programın özel amaçları ile alana özgü beceriler, programda yer alan canlılar dünyası ünitesi ve kazanımlar ile eleştirel düşünme becerilerinin üç unsurunu kapsayacak şekilde belirlenmiştir. KÖSED-Testi için test kapsamı beşinci sınıf fen bilimleri dersi öğretim programında belirtilen programın özel amaçları ile alana özgü beceriler, programda yer alan kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesi ve kazanımlar ile eleştirel düşünme becerilerinin üç unsurunu kapsayacak şekilde belirlenmiştir. Geçerlik ve güvenirlik çalışmalarından sonra her bir test için 15 madde belirlenmiştir.

Fen bilimleri dersi öğretim programında beşinci sınıf canlılar dünyası ünitesi, konu ile ilgili kazanım “F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır” (MEB, 2018a, s.26) olarak belirtilmiştir. Maddeler yazılırken ilgili kazanım göz önüne alınmış olup, özellikle canlılara ilişkin yapılar, bu yapıların fonksiyonları ve davranış ilişkisi de dikkate alınmıştır. Canlılar sınıflandırılırken canlıların sahip olduğu ortak yapılar, bu yapıların fonksiyonları ve diğer organizmalarla ilişkilerinin bilinmesi önemlidir. Bu nedenle yapı-fonksiyon ve davranış ilişkisi hem STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan ünite içerisine hem de CDED-Testi kapsamına alınmıştır.

CDED-Testi ve KÖSED-Testine ilişkin madde sayıları ve maddelerin ölçmeyi amaçladığı eleştirel düşünme becerileri uzman görüşleri doğrultusunda belirlenerek Tablo 3.14 ve Tablo 3.15’de sunulmuştur.

Tablo 3.14. *CDED-Testi Eleştirel Düşünme Becerileri ve Fen Bilimleri İçeriği*

Madde No.	Temel Eleştirel Düşünme Becerileri	Alt Beceriler	Fen Bilimleri İçeriği
1-3-7-10	Yorumlama	Sınıflandırma	Canlıların ayırt edici ve / veya ortak özelliklerini resim / diyagram / metinden sınıflandırma.
2	Analiz	Fikirleri/ argümanları analiz etme	Canlıları belirli kriterlere göre benzer ve farklı özelliklerine göre karşılaştırarak sınıflandırma ve grafikte sunulan verileri kullanarak aralarındaki ilişkileri ortaya çıkarma.
8			Canlıları sınıflandırmadaki güçlüklerin bilinmesi ve sınıflandırma ile ilgili iddiaların reddedilmesi veya desteklenmesinin nedenlerini ayırt etme
11-14			Canlıların sınıflandırılmasıyla ilgili iddiayı reddetme veya destekleme gerekçesini ayırt etme.
4-12-15	Çıkarımda Bulunma	Sonuç çıkarma	Canlıların yapılarını gözlemleyerek yapının işlevi hakkında bir sonuç çıkarma.
5			İlgili bilgi / verileri kullanarak bilimsel bilginin değişebilir olduğu sonucuna varma.
6			Bilimsel bilginin nasıl oluştuğu ve bilginin nasıl aktarıldığı süreç hakkında sonuç çıkarma.
13		Kanıtları Sorgulama	Canlıların sınıflandırılmasının doğruluğuna kanıta dayalı olarak karar verme.
9		Alternatifleri tahmin etme	Belirli bir deney düzeneğinden bakterilerin büyümesini etkileyen değişkenleri elde edilerek test edilen hipotezi belirleme.

Fen bilimleri dersi öğretim programında beşinci sınıf kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesinde, konu ile ilgili kazanımlar (MEB, 2018a, s.27) aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

F.5.3.1.1. Kuvvetin büyüklüğünü dinamometre ile ölçer.

F.5.3.2.1. Sürtünme kuvvetine günlük yaşamdan örnekler verir.

F.5.3.2.2. Sürtünme kuvvetinin çeşitli ortamlarda harekete etkisini deneyerek keşfeder. Sürtünme kuvvetinin, pürüzlü ve kaygan yüzeylerde harekete etkisi ile ilgili deneyler yapılır

F.5.3.2.3. Günlük yaşamda sürtünmeyi artırma veya azaltmaya yönelik yeni fikirler üretir.

KÖSED-Testine ilişkin maddelerinin yazılması sırasında yukarıda belirtilen kazanımları da kapsayacak şekilde eleştirel düşünme becerilerinin temel ve alt unsurları dikkate alınmıştır.

Tablo 3.15. *KÖSED-Testi Eleştirel Düşünme Becerileri ve Fen Bilimleri İçeriği*

Madde No.	Temel Eleştirel Düşünme Becerileri	Alt Beceriler	Fen Bilimleri İçeriği
2	Yorumlama	Anlamını açığa çıkarma	Verilen resim/şekillerden nesnelere etki eden kuvvetin büyüklüğünü elde ederek verileri gösteren uygun grafiği belirleme.
12			Verilen grafikten cisimlere etkiyen kuvvetin büyüklüğünü elde ederek açıklama.
9-13		Sınıflandırma	Günlük yaşamdaki sürtünme kuvvetini artıran veya azaltan uygulamaları benzer ve farklı özelliklerine göre sınıflandırma
5	Analiz	Fikirleri/Argümanları analiz etme	Hava sürtünmesi ile yüzey alanı arasındaki ilişkiye dair argümanları reddetme veya destekleme gerekçesini ayırt etme.
8-15			Sürtünme kuvvetinin günlük yaşamdaki etkileri hakkındaki argümanları reddetme veya destekleme gerekçesini ayırt etme.
10			Yay kalınlığı ile uzama miktarının arasındaki ilişkiyi göstermek için yapılan bir deneyde, kullanılan parçalar ve bu parçaların birbirleri arasındaki karşılıklı ilişkinin belirlenmesi
1	Çıkarımda Bulunma	Alternatifleri tahmin etme	Verilen delillerden kuvvetlerin büyüklüğünü elde etme, verileri karşılaştırarak sonuç çıkarma.
3		Sonuç çıkarma	Kuvvetin büyüklüğünün ölçülmesine ilişkin iddiaları doğrulayan veya yanlışlayan deneysel verileri kullanarak bir sonuç çıkarma.
4			Görsellerden nesnelere etki eden kuvvetlerin büyüklüğü hakkında veri elde etme, ağırlıkları karşılaştırma ve büyüklükler arasındaki ilişkiyi belirleme.
6			Sürtünme kuvvetinin yüzey / yüzey alanının cinsine bağlı olduğu deney sonucundan elde etme, test edilen hipotez hakkında sonuç çıkarma.
7			Günlük hayatta sürtünme kaynaklı olayların sonucunu desteklemeye yardımcı olan nedenleri belirleme ve ayırt etme.
11			Hava sürtünmesini etkileyen faktörlere ilişkin iddiaları doğrulayan veya yanlışlayan deneysel verileri kullanarak sonuç çıkarma
14			Günlük hayatta sürtünme kaynaklı olayların sonucunu desteklemeye yardımcı olan nedenleri tanımlama ve ayırt etme

b. Hedef evrenin (Ana kitlenin) belirlenmesi: Geliştirilen testler bu araştırmanın çalışma grubunu oluşturan ortaokul beşinci sınıf (n=22) öğrencileri üzerine uygulanacaktır.

c. Madde sayısının ve madde türlerinin belirlenmesi: Ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin üç unsuruna ilişkin eleştirel düşünme becerilerinin düzeylerini belirlemek amacıyla birinci aşaması çoktan seçmeli ve ikinci aşamasında ise

öğrencinin seçiminin gerekçesini serbestçe ifade edebildiği, çoktan seçmeli iki aşamalı (two-tier) maddelerin ölçme aracında kullanılmasının uygun olacağına karar verilmiştir. Araştırmada geliştirilen çoktan seçmeli iki aşamalı testlerin birinci aşaması dört seçenekli çoktan seçmeli maddelerden oluşmuştur. İkinci aşamada, öğrencilerden birinci aşamada işaretlediği seçeneğin gerekçesini açıklamaları istenmiştir. Böylece öğrencinin eleştirel düşünme becerilerini kullanıp kullanmadığı ve üst düzey düşünme seviyelerini test etmek kolaylaşmıştır (Connelly 2004; Mann ve Treagust 2000; Williams 2006). Araştırmacı tarafından yukarıda belirtilen özellikler göz önüne alınarak CDED-Testi için 19 ve KÖSED-Testi için 20 iki aşamalı çoktan seçmeli madde hazırlanmıştır. Test geliştirme aşamasının sonunda her bir testin 15 maddeden oluşması uygun görülmüştür.

d. Uygulama yönergelerinin hazırlanması: Hem öğrenciler için hem de uygulayıcılar için testin nasıl uygulanacağına ilişkin olarak; testin uygulama süresi, test maddelerinin puanlanması ve maddelerin ikinci aşamasında gerekçenin öğrencilerden beklenenlerin yer aldığı bir uygulama yönergesi hazırlanmıştır.

e. Uygulama süresinin belirlenmesi: Pilot uygulama sonrasında 15 maddeden oluşan her bir test için 45 dakikalık uygulama süresi belirlenmiştir.

f. Puanların nasıl elde edileceğinin ve yorumlanacağına belirlenmesi: CDED-Testi ve KÖSED-Testi için puanlama, madde analizi ve seçimi için aşağıda belirtilen prosedür her bir test için ayrı ayrı uygulanmıştır. Testte yer alan maddelerin değerlendirilmesi Singamurti, Yamminah, Utomo ve Ashadi'nin (2017) çalışmalarında kullandıkları puanlama yöntemlerinden yararlanılarak Tablo 3.16'da sunulan madde dereceli puanlama anahtarı geliştirilmiştir.

Tablo 3.16. *Maddelerin Dereceli Puanlama Anahtarı*

Numara	Açıklama	Değerlendirme Kriterleri	Puan
1	Maddeye ait seçenek doğru işaretlenmiş ve seçimine ait gerekçe tam ve doğru olarak ifade edilmiş.	Doğru Cevap- Doğru Gerekçe	3
2	Maddeye ait seçenek doğru işaretlenmiş ve seçimine ait gerekçenin bir kısmı açıklanmış.	Doğru Cevap- Kısmen Doğru Gerekçe	2
3	Maddeye ait seçenek doğru işaretlenmiş ancak seçimine ait gerekçe belirtilmemiş	Doğru Cevap- Yanlış (ilgisiz) Gerekçe ya da Gerekçe Belirtilmemiş	1
4	Maddeye ait seçenek yanlış işaretlenmiş ancak tam ve doğru gerekçeyle ifade edilmiş	Yanlış Cevap- Doğru Gerekçe	2
5	Maddeye ait seçenek yanlış işaretlenmiş ve gerekçenin bir kısmı açıklanmış	Yanlış Cevap- Kısmen Doğru Gerekçe	1
6	Maddeye ait seçenek yanlış ya da boş- gerekçe yanlış ya da yazılmamış	Yanlış Cevap- Yanlış (ilgisiz) Gerekçe ya da Gerekçe Belirtilmemiş	0

Singamurti ve diğeri (2017) yaptıkları çalışmada çoktan seçmeli soruya ait seçenek yanlış işaretlense bile gerekçe doğru ise puanlama yapılmıştır. Ancak yapılan çalışmada puanlama yapılırken öğrencilerin yanlış seçeneği işaretleyip kısmen doğru gerekçe belirtmelerine rağmen puan verilmemiştir. Bu nedenle bu çalışmada kullanılan puanlama yönteminde öğrencilerin yanlış seçeneğin işaretlemelerine rağmen kısmen doğru gerekçe yazabilecekleri göz önüne alınmış ve 1 puan verilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür.

4. *Maddelerin yazılması ve denenmesi*: Test maddeleri ortaokul beşinci sınıf bilimleri ders kitabı ve ilgili literatürdeki mevcut testler incelenerek araştırmacı tarafından yazılmıştır. CDED- Testi ve KÖSED-Testi, Facione'nin (1990) eleştirel düşünme çerçevesine ve fen bilimleri dersi öğretim programına (MEB, 2018a) dayanmaktadır. CDED-Testi için, 19 iki aşamalı çoktan seçmeli, KÖSED-Testi için 20 iki aşamalı çoktan seçmeli madde geliştirilmiştir. Yazılan her bir madde dil uzmanları (n=2) tarafından incelenmiş ve uygun bulunan maddeler bir grup uzman tarafından (n = 6); fen bilimleri öğretmenleri (n =2), fen bilimleri alan uzmanı akademisyen (n =1), eleştirel düşünme alanında doktora derecesine sahip akademisyenler (n=2) ve ölçme ve değerlendirme alanında bir uzman (n=1) tarafından incelenmiştir. Testlerin her bir maddesi için belirlenen a. Maddenin içeriğe uygunluğu b. Maddenin eleştirel düşünme becerilerini ölçmek için uygunluğu c. Maddenin anlaşılabilirliği d. Maddenin sınıf düzeyine uygunluğu olmak üzere dört özellik uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Belirlenen dört özellik uzmanlar tarafında üçlü bir ölçekle (1= uygun değil; 2= kısmen uygun; 3= uygun) derecelendirilmiştir. Bu değerlendirmenin yanı sıra, uzmanların her madde için yorum yapmalarını sağlamak amacıyla boş bir bölüm ayrılmıştır.

Uzman görüşleri alındıktan sonra şansın ötesinde madde düzeyinde içerik güvenilirliği için uzmanların görüş uyumunu kestirebilmek için kapa istatistiği gerçekleştirilerek her bir madde için modifiye edilmiş kapa katsayısı (k^*) (Polit, Beck ve Owen, 2007) hesaplanmıştır. Şansa dayalı anlaşması olasılığı (PC) önce formül 1 ile hesaplandıktan sonra Formül 2'ye eklenerek modifiye kapa istatistiği (k^*) hesaplanmıştır.

$$PC = \left[\frac{N!}{N_G! (N - N_G)!} \right] \cdot \left[\frac{1}{2} \right]^N \dots\dots\dots (1)$$

N: Uzman sayısı

N_G : Uygun olarak üzerinde anlaşılan madde sayısı

$$Kappa = \frac{\left(\frac{NG}{N}\right) - P_C}{1 - P_C} \dots\dots\dots (2)$$

Kappa değeri ($0,60 \leq k_{\text{appa}} \leq 0,74$) arasında ise uzmanlar arasındaki anlaşma ‐iyi‐, kappa değeri ($k_{\text{appa}} \geq 0,75$) ise uzmanlar arasındaki anlaşma ‐mükemmel‐ olarak değerlendirilebilir (Fleiss, 1981, akt. Yurdugül ve Bayrak, 2012; Cicchetti 1984). CDED-Testi ve KÖSED-Testi için Microsoft Office Excel programı ile hesaplanan (P_c) ve (k^*) değerleri Tablo 3.17 ve Tablo 3. 18’de sunulmuştur.

Tablo 3.17. CDED-Testi İçerik Geçerliliği

Madde	a. Maddenin içeriğe uygunluğu						b. Maddenin eleştirel düşünme becerilerini ölçmek için						c. Maddenin anlaşılabilirliği						d. Maddenin sınıf düzeyine uygunluğu					
	Uzman Görüşü			P_c	k^*	Uzman Görüşü			P_c	k^*	Uzman Görüşü			P_c	k^*	Uzman Görüşü			P_c	k^*				
	U	KU	UD			U	KU	UD			U	KU	UD			U	KU	UD			U	KU	UD	
1	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	5	1	0	0.09	0.82	6	0	0	0.02	1.00				
2	5	1	0	0.09	0.82	5	1	0	0.09	0.82	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00				
3	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00				
4	4	0	2	0.23	0.56	3	1	2	0.31	0.27	6	0	0	0.02	1.00	5	1	0	0.09	0.82				
5	6	1	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00				
6	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00				
7	6	0	0	0.02	1.00	5	1	0	0.09	0.82	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00				
8	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00				
9	5	1	0	0.09	0.82	3	1	2	0.31	0.27	5	1	0	0.09	0.82	6	0	0	0.02	1.00				
10	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00				
11	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00				
12	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00				
13	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00				
14	3	2	1	0.31	0.27	4	1	1	0.23	0.56	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00				
15	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00				
16	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00				
17	5	1	0	0.02	1.00	5	0	1	0.09	0.82	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00				
18	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00				
19	4	0	2	0.23	0.56	4	1	1	0.23	0.56	5	1	0	0.09	0.82	5	1	0	0.09	0.82				

U: uygun, KU: kısmen uygun, UD: Uygun değil, P_c : şans olasılığı, k^* : modifiye edilmiş kappa değeri

Tablo 3.17’ye göre modifiye edilmiş kappa değeri ($k^* \leq 0,60$) 'dan daha düşük olan 4-9-15-19. maddeler testten çıkarılmıştır. Geriye kalanı 15 maddenin modifiye edilmiş kappa değeri ($k^* \geq 0,75$)' den büyüktür. Sonuç olarak, uzmanlar arasındaki anlaşmanın mükemmel olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Tablo 3.18. *KÖSED-Testi İçerik Geçerliği*

Madde	a. Maddenin içeriğe uygunluğu					b. Maddenin eleştirel düşünme becerilerini ölçmek için					c. Maddenin anlaşılabilirliği					d. Maddenin sınıf düzeyine uygunluğu				
	Uzman Görüşü					Uzman Görüşü					Uzman Görüşü					Uzman Görüşü				
	U	KU	UD	P_c	k^*	U	KU	UD	P_c	k^*	U	KU	UD	P_c	k^*	U	KU	UD	P_c	k^*
1	6	0	0	0.02	1.00	5	1	0	0.09	0.82	5	1	0	0.09	0.82	6	0	0	0.02	1.00
2	5	1	0	0.09	0.82	5	1	0	0.09	0.82	6	0	0	0.02	1.00	5	1	0	0.09	0.82
3	6	0	0	0.02	1.00		0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00
4	6	0	0	0.02	1.00	5	1	0	0.09	0.82	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00
5	6	1	0	0.02	1.00	5	1	0	0.09	0.82	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00
6	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00
7	3	2	1	0.31	0.27	4	1	1	0.23	0.56	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00
8	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00
9	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00
10	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00
11	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00
12	3	2	1	0.31	0.27	4	1	1	0.23	0.56	6	0	0	0.02	1.00	5	1	0	0.09	0.82
13	4	2	0	0.23	0.56	3	1	2	0.31	0.27	5	1	0	0.09	0.82	5	1	0	0.09	0.82
14	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00
15	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00
16	3	2	1	0.31	0.27	4	1	1	0.23	0.56	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00
17	5	1	0	0.02	1.00	5	0	1	0.09	0.82	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00
18	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00
19	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00	6	0	0	0.02	1.00
20	4	0	2	0.23	0.56	3	1	2	0.31	0.27	6	0	0	0.02	1.00	5	1	0	0.09	0.82

U: uygun, **KU:** kısmen uygun, **UD:** Uygun değil, **P_c :** şans olasılığı, **k^* :** modifiye edilmiş kappa değeri

Tablo 3.18'e göre modifiye edilmiş kappa değeri 7-12-13-16-20. maddeler için ($k^* \leq 0,60$) 'dan daha düşüktür. Bu nedenle, bu maddeler testten çıkarılmıştır. Modifiye edilmiş kappa değerlerinin geri kalanı 0.75'den büyüktür. Sonuç olarak, uzmanlar arasındaki anlaşma mükemmel olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bu aşamanın sonunda, 15'er maddeden oluşan her iki test de 6. sınıf öğrencileri ($n = 25$) üzerinde bir ön deneme olarak uygulanarak testin uygulanmasından sonra anlaşılmayan kelimeler, test süresinin yeterliği gibi beklenmedik sorunları ortaya çıkarmak için rastgele seçilen beş gönüllü öğrenci ile görüşülmüştür. Görüşme sonucunda tüm maddelerin öğrenciler tarafından anlaşıldığı ve test süresinin yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5. Deneme uygulaması sonuçlarının analizi ve maddelerin seçilmesi: CDED-Testi Antalya ilindeki üç farklı okulda öğrenimlerine devam eden 6. sınıfta öğrenimlerini sürdüren ($n=147$) ve KÖSED-Testi Antalya ilindeki üç farklı okulda öğrenimlerine devam eden 6. sınıfta öğrenimlerine devam eden ($n=116$) öğrenci üzerinde pilot uygulanmış yapılmıştır.

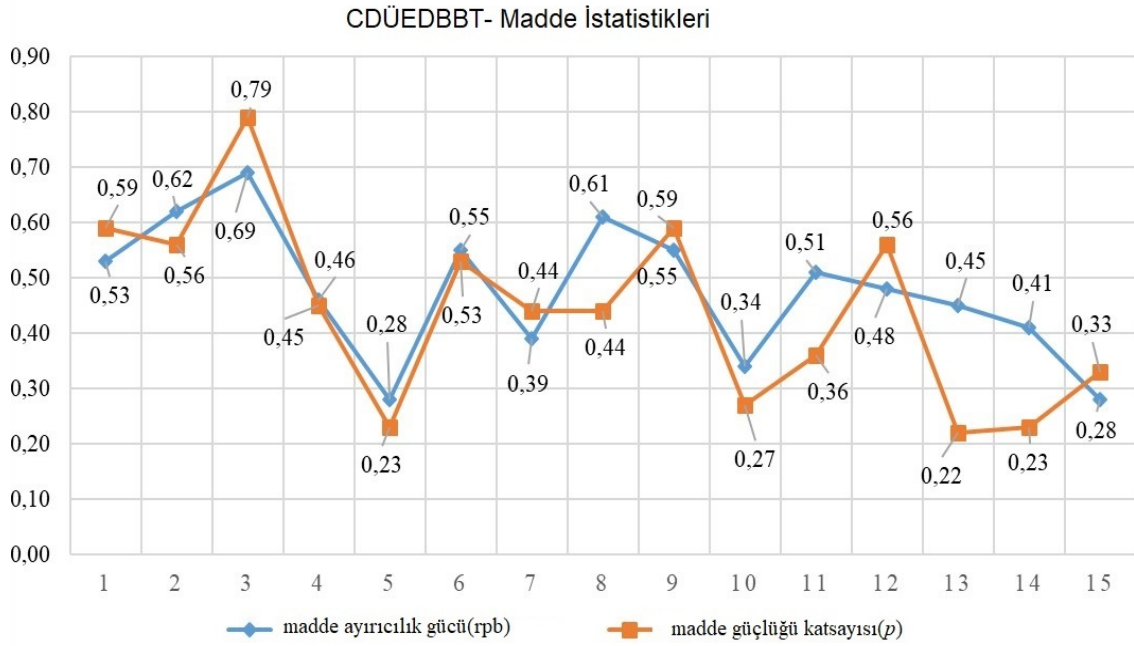
Pilot uygulama sonucunda elde edilen veriler elektronik ortama aktarılarak aşağıda belirtilen madde istatistikleri gerçekleştirilmiştir.

a. Madde istatistiklerinin hesaplanması: Testler geliştirilirken her bir madde için sorunlu öğelerin kullanılması, gözden geçirilmesi veya düzenlenmesi ya da hatalı öğelerin ortadan kaldırılması amacıyla madde analizi gerçekleştirilmiştir (Whiston, 2012). Bu araştırmada, zorluk indeksi (p değeri) ve korelasyona dayalı madde ayırt edicilik gücü indeksini belirlemek için nokta çift serili korelasyon katsayısı (rpb) değerleri hesaplanmıştır.

Coaley'e (2010) göre "madde analizinde (p) değeri olarak bilinen zorluk göstergesi, bir maddeyi doğru cevaplayan katılımcıların yüzdesini temsil eder ve doğru yapan kişi sayısını teste katılanların toplam sayısına bölerek hesaplanır" (s.38). Bir maddenin zorluk indeksi, 0.00 (hiç kimse maddeyi doğru yanıtlayamadı) ile 1.00 (herkesin maddeyi doğru yanıtlandığını gösterir) arasında değişebilir. "Madde zorluğu gerçekten zorluğu göstermez; bunun yerine, maddeyi doğru yanıtlayan kişilerin oranını belirlediği için, maddenin ne kadar kolay olduğunu gösterir" (Whiston, 2012 s.71). Coaley'e (2010), göre "her şey yolundaysa, ortalama madde p değeri yaklaşık 0.50'dir ve orta zorluk seviyesini gösterir, ancak bu ortalama $p=0.50$ değerinin her zaman uygun olduğu anlamına gelmez...bilişsel yeteneğin seviye değerlendirmesi daha zor maddelere ve dolayısıyla daha düşük ortalama değere ihtiyaç duyabilir" (s.38).

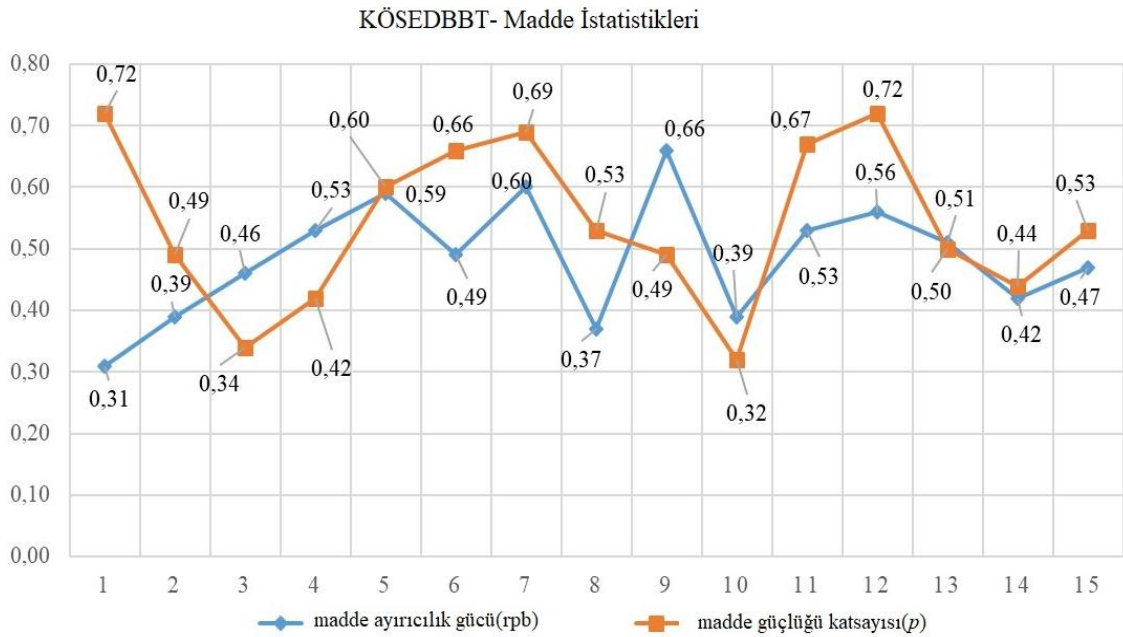
b. Madde ve test puanları arasındaki korelasyonun hesaplanması: Doğan (2019) Madde ayırt edicilik gücünün göstergesi olarak madde ve test puanları arasındaki korelasyonu işaret etmiştir. Madde ayıricılık analizi, testin her maddesinin genel test performansı ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Haladayna, 1999; Nunnally ve Bernstein, 1994). Nokta çift serili korelasyon katsayısı (rpb), her bir madde için doğru ve yanlış cevapları istatistiksel olarak genel test puanı performansı ile karşılaştırır (Polit ve Hungler, 1999). Madde ayıricılık değeri ($rpb \geq 0,40$)'dan büyük ise madde ayıricılığı çok iyi veya mükemmel, ($0,30 \leq rpb \leq 0,39$) arasında ise madde ayıricılığı iyi ($0,20 \leq rpb \leq 0,29$) arasında marjinal fakat kabul edilebilir ve değer $rpb \leq 0,19$ 'dan düşük ise madde ayıricılığı zayıftır ve testte yer almamalıdır (Crocker ve Algina, 1986; Ebel ve Frisbie, 1991; Wiersma ve Jurs, 2005).

Her iki test için maddelerin birinci aşaması (çoktan seçmeli) ikili değişken (0 ve 1) olarak puanlandıktan sonra Test Analiz Programı (TAPv.19.1.4) ile analizleri gerçekleştirilmiştir (Brooks ve Johanson, 2003). Ayıricılık indeksini belirlemek için madde zorluk indeksi (p), nokta çift serili korelasyon katsayısı (rpb) değerleri her iki test için de hesaplanarak Şekil 3.7 ve Şekil 3.8'de sunulmuştur.



Şekil 3.8. CDED-Testi madde istatistik grafiği

Şekil 3.7'ye göre madde güçlük katsayısı $0,22 \leq p \leq 0,79$ arasında değişmektedir. Testin genelinin ortalama madde güçlük katsayısı $p=0,48$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçlarına göre CDED-TESTİ'nin güçlük derecesinin iyi düzeyde olduğunu, aynı zamanda çok zor, zor, orta ve kolay zorluk derecesine sahip maddelerden oluştuğu söylenebilir.



Şekil 3.9. KÖSED-Testi madde istatistik grafiği

Şekil 3.8'e göre madde güçlük katsayısı $0,32 \leq p \leq 0,73$ arasında değişmektedir. Testin genelinin ortalama madde güçlük katsayısı $p=0,54$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçlarına göre KÖSED-Testinin güçlük derecesinin iyi olduğunu, aynı zamanda zor, orta ve kolay zorluk derecesine sahip maddelerden oluştuğu söylenebilir.

Teste yer alan çoktan seçmeli iki aşamalı çoktan seçmeli maddelerin ikinci aşaması (öğrencilerce seçimlerinin gerekçesinin yazıldığı) Tablo 3.6'da sunulan maddelerin dereceli puanlama anahtarına göre araştırmacı tarafından farklı zamanlarda iki kez değerlendirilmiştir. Elde edilen toplam puanlar üzerinden iki değerlendirme arasındaki uyumun düzeyini belirlemek toplam puanlar belirlendikten sonra kapa katsayısı SPSSv22 kullanılarak CDED-Testi için 0.883, KÖSED-Testi için 0.886 olarak hesaplanmıştır. Bu değer ($kappa \geq 0,75$)'den büyük olduğu için iki değerlendirme arasındaki görüş uyumunun mükemmel olduğu anlamına gelmektedir Fleiss, 1981, akt. Yurdugül ve Bayrak, 2012). Bu aşamadan sonra bu her bir teste yer alan maddelerin toplam puanları kullanılarak analizler sürdürülmüştür.

c. Faktör analizinin yapılması: Faktör analizi için testin her iki aşamasının (çoktan seçmeli ve gerekçe) her madde için toplam puan değerinin hesaplanmasıyla elde edilen veriler kullanılmıştır. Her iki test için FACTORv.10.10.01 yazılımı kullanılarak, Paralel Analiz (PA) (Timmerman ve Lorenzo-Seva, 2011) Polirik Korelasyon Matrisi (PKM)'nin optimal uygulamasıyla sürdürülen Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) testlerin faktör yapısını belirlemek için kullanılmıştır.

Her iki testten elde edilen verilerin faktör yapısına uygunluğu Kaiser- Mayer Olkin (KMO) katsayısı ve Barlett küresellik testi (χ^2) ile incelenmiştir (Tablo 3.19).

Tablo 3.19. CDED-Testi ve KSÖD-Testi Verilerinin Faktör Yapısına Uygunluğu

Test	KMO	χ^2	df	P
CDED-Testi	.774	603.9	105	.000010
KÖSED-Testi	.834	999.1	105	.000010

Verilerin faktör analizine uygunluğu için KMO değerinin .60' dan büyük ve 1'e yaklaşması istenilen bir durum olmakla beraber, Barlett testinin istatistiksel olarak anlamlı olması önerilmektedir (Tavşancıl, 2002; Tabachnik ve Fidell, 2007). Tablo 3.19 her iki testin de verilerinin testlerin faktör yapısını belirlemek için uygun olduğunu göstermektedir (CDED-Testi için $KMO=0.774$, $p=.000010$ ve KSÖD-Testi için $KMO=.834$, $p=.000010$).

Her iki test için de FACTOR v.10.10.01 programıyla Paralel Analiz (Paralell Analysis PA) (Timmerman ve Lorenzo-Seva, 2011), Polikorik Korelasyon Matrisine (Polychoric Correlation Matrix, *PCM*) dayalı olarak optimal uygulama ile gerçekleştirilmiştir. Her iki test için de program tek boyutluluğu tavsiye etmiş, analiz sonucunda hesaplanan Tek Boyutluluk Uyum Değeri (Unidimensional Congruence Value, *UniCo*), Açıklanan Ortak Varyans (Explained Common Variance, *ECV*), Madde Artık Mutlak Yükleri Ortalaması (Mean of Item Residual Absolute, *MIREAL*) Tablo 3.20' de sunulmuştur.

Tablo 3.20. *CDED-Testi ve KÖSED-Testi için AFA Sonuçları*

Test	<i>UniCo</i>	%95 Güven Aralığı Değerleri	<i>ECV</i>	%95 Güven Aralığı Değerleri	<i>MIREAL</i>	%95 Güven Aralığı Değerleri
CDED-TESTI	.925	.918-.948	.769	.754-.821	.224	.199-.220
KSÖÜEDBBT	.978	.963-.991	.884	.860-.930	.213	.157-.258

Ferrando ve Lorenzo-Seva'ya (2017) göre sırasıyla *UniCo* değerinin .95 ve üzerinde olması, *ECV* değerinin .85 ve üzerinde olması bir testin tek boyutlu olarak düşünülebileceğini, ancak *MIREAL* değerinin .30 ve altında olması testin tek boyutlu olduğunu göstermektedir. Yapılan analiz sonucunda elde edilen veriler (Tablo 3.20) incelendiğinde *CDED-Testi* için *UniCo* ve *ECV* değerleri Ferrando ve Lorenzo-Seva'nın (2017) işaret ettiği değerlerden küçük olduğu görülmüştür. Tek boyutluluk için diğer kanıtlar incelendiğinde *UniCo*=.925 ve %95 güven aralığında [.918-.948] kabul edilebilir bir değer olduğu görülmüştür. *ECV*=.769 ve %95 güven aralığında [.754-.821] kabul edilebilir bir değer olduğu tespit edilmiştir. Bu noktada tek boyutluluk için .224 olan *MIREAL* değerinin .30'dan küçük olduğu, dolayısıyla elde edilen analiz sonuçları doğrultusunda *CDED-Testi* için tek boyutluluğu işaret ettiği belirlenmiştir.

KÖSED-Testi için analiz sonucunda *UniCo*=.978 ve *ECV*=.884 değerleri elde edilmiştir. Bu değerler testin tek boyutlu olduğunu işaret etmektedir. Hesaplanan *MIREAL*=.213 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerin tamamı testin tek boyutlu olarak kabul edilebilmesi için Ferrando ve Lorenzo-Seva'nın (2017) tek boyutluluk için işaret ettiği değerlerle uyumludur. Sonuç olarak AFA sonucunda elde edilen tek faktörlü model uyumunu desteklediği söylenebilir.

Tek faktörlü olarak kabul edilen her iki test için testlerin iç tutarlık güvenilirliğine yönelik kestirimde bulunmak için Cronbach'ın alfa katsayısı SPSS v.22 programı ile hesaplanmıştır. *CDED-Testi* için (α =.789), *KÖSED-Testi* için (α =.908) olarak

hesaplanmıştır. Büyüköztürk'e (2007) göre Cronbach alfa iç tutarlık katsayısının 0.70 ve üzerinde olması iç tutarlığın yeterli olduğu anlamına gelir. Bu anlamda her iki test için iç güvenilirliğinin istatistiksel olarak yeterli olduğu söylenebilir.

3.3.3. Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüş Ölçeği- BAHGÖ (Views About Scientific Inquiry Questionnaire [VASI])

Araştırmada ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin bilimsel sorgulamaya yönelik görüşlerini belirlemek, ön test ve son test sonrası ortalama farkların anlamlı olup olmadığını tespit etmek amacıyla Lederman, Lederman, Bartos, Bartel, Meyer ve Schwartz tarafından 2014 yılında geliştirilen, Türkçeye uyarlaması ve adaptasyonu farklı araştırmacılar tarafından yapılmıştır (Baykara, 2019; Han-Tosunoğlu, Doğan, Yalaki, Çakır ve İrez, 2017; Karışan, Bilican ve Şenler, 2017). VASI öğrencilerin bilimsel uygulamalara yönelik bilgilerini ve anlayışlarını ölçmeyi amaçlamaktadır (Lederman ve diğ., 2014). Bu araştırmada STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan ve uygulanan ve değerlendirilen fen bilimleri üniteleri derslerine katılan ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin bilimsel sorgulama anlayışlarındaki değişim VASI enstrümanı kullanılarak incelenmiştir. Anket Lederman ve diğerlerinin (2014) VASI için geliştirdikleri dört kategori temel alınarak Baykara (2019) tarafından Türkçeye uyarlandığı şekilde; bilimsel (3 puan), karmaşık (2 puan) ve yetersiz (1 puan), net değil olarak, yine Baykara (2019) tarafından geliştirilen “Bilimsel Araştırmaya Yönelik Görüş İçin Dereceli Puanlama Anahtarı”na (BAHGÖ) göre değerlendirilmiştir.

3.3.4. Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik Mesleklerine Yönelik İlgi Ölçeği (FeTeMM-MYİÖ)

Kier, Blanchard, Osborne ve Albert (2013) tarafından geliştirilen STEM Mesleklerine İlgi Ölçeği (STEM Career Interest Survey: STEM-CIS), fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alt boyutlarından oluşan, Türkçeye uyarlaması, geçerlik ve güvenilirlik analizleri Koyunlu Ünlü, Dökme ve Ünlü (2016) tarafından gerçekleştirilmiştir. Ölçeğin bu çalışmada uygulanabilmesi için araştırmacıdan gerekli izin 21/10/2018 tarihinde e-posta yoluyla alınmıştır. 4 faktörlü 40 sorudan oluşan 5’li likert tipinde olan ölçekte yer alan her faktörde 10 adet madde bulunmaktadır. FeTeMM-MYİÖ güvenilirlik Cronbach’ın alpha katsayısı ($\alpha=.94$) ve ölçeği oluşturan Fen ($\alpha=.88$), Matematik ($\alpha=.87$), Teknoloji ($\alpha=.88$) ve Mühendislik ($\alpha=.90$) boyutlarında elde edilen verilerin yüksek güvenilir değerlere sahip olduğu belirtilmiştir (Koyunlu ve diğ., 2016).

Bu araştırmada FeTeMM-MYİÖ, bütünlüşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan, uygulanan ve değerlendirilen derslerin ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin STEM mesleklerine olan ilgilerinin ön test ve son test sonrası ortalama farkların anlamlı olup olmadığını tespit etmek, geliştirilen modüllerin öğrencilerin STEM mesleklerine olan ilgisine olan etkisini belirlemek amacıyla uygulanmıştır. Elde edilen bulgular bütünlüşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri ve öğrenme modüllerinin iyileştirilmesi ve son halinin verilmesi amacıyla kullanılmıştır.

3.3.5. Öğrenci Yansımaları

Bu çalışma kapsamında geliştirilen öğrenme modüllerinin uygulanması sonrasında her modül içerisinde yer alan öğrenci yansımalarına ilişkin açık uçlu sorular öğrenciler tarafından yanıtlanmıştır. Yansıma formu öğrenme modülleri içerisinde *üniteyi değerlendiriniz* ismiyle öğrencilere sorulan sorular (Ek.3, Ek.4, Ek.5) uygulamanın etkisini anlamak ve uygulama hakkında öğrenci görüşlerini belirlemek amacıyla iki alan uzmanının görüşü alınarak hazırlanmıştır. Öğrenci yansımalarından elde edilen veriler bu çalışmada geliştirilen bütünlüşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri ve geliştirilen öğrenme modüller üzerinde gerekli iyileştirmeleri ve revizyonları yapmak amacıyla kullanılmıştır. Öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri yanıtlar betimsel analize tabi tutularak kodlar oluşturulmuş ve kodlara dayalı olarak temalar belirlenmiştir. Kodlar ve temalar öğrencilerin verdikleri cevaplara göre sayısal hale getirilerek frekans değerleri yorumlanmıştır.

3.3.6. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Çalışmaya katılan öğrencilerden gönüllü olanlarla STEM eğitimi ile tasarlanan derslerin uygulanması sonrasında görüşme yapılmıştır. Görüşme formunda yer alan sorular (Ek.10), uygulamanın etkisini anlamak ve uygulama hakkında öğrenci görüşlerini ortaya çıkarmak amacıyla alanyazın taraması sonucunda iki alan uzmanının görüşü alınarak hazırlanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler bu çalışmada geliştirilen bütünlüşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri ve geliştirilen öğrenme modüller üzerinde gerekli iyileştirmeleri ve revizyonları yapmak amacıyla kullanılmıştır. Uygulama sırasında elde edilen ses kayıtları dinlenmiş, yazılı hale dönüştürülmüştür.

3.3.7. Araştırmacı Alan Notları

Bu araştırmada öğretmen aynı zamanda araştırmacıdır. Öğretmenin aynı zamanda araştırdığı sosyal dünyanın bir parçası olduğu bu tür çalışmalarda yansıtma için günlük tutması oldukça önemlidir (Flick, 2006). Tasarım tabanlı araştırmalar, tasarımların sürekli iyileştirilmesi, uygulanması ve analiz edilmesi ve tekrar uygulanması sürecinde tasarım döngüleri yoluyla bağlamsal faktörlerin tanınmasına yardım eden bir sürece dayanmaktadır (McClain ve Cobb, 2001; DBRC, 2003). Bu amaçla öğrencilerin öğrenme modüllerinin tasarımından kaynaklanan problemler ve uygulamanın iyileştirilmesi için önerilerin yer aldığı alan notları tutulmuştur.

3.4. Veri Toplama Süreci

Tasarım temelli araştırmalarda veri toplama yöntemi, nitel ve / veya nicel verilerin toplanmasını içermekle birlikte veri toplama süreci birkaç hafta veya yarıyıl, hatta yıl döngülerinde toplanabilir (Herrington ve diğ., 2007). Bu çalışmada veri toplama süreci Haziran 2018 tarihinde başlamış olup tez süresince devam etmiştir. Literatür inceleme süreci tasarım tabanlı araştırmalarda kritik öneme sahiptir. Müdahalenin tasarımını ve geliştirilmesini bilgilendirmek için taslak tasarım kılavuzlarının oluşturulmasını kolaylaştırır.

Çoğu çalışmada ve özellikle tasarım tabanlı araştırmalarda, literatür taraması sürekli bir süreçtir. Çalışmada üç döngü ile tekrarlanan prototip oluşturma aşamasında yapılan incelemelerden elde edilen bulgular, daha fazla literatür çalışmasının yanı sıra tasarıma rehberlik eden ilkelerin ince ayarının yapılmasını da teşvik eder (Herrington ve diğ., 2007).

van den Akker'e (1999) göre tasarım tabanlı araştırma sürecinde özetleyici değerlendirmeler söz konusu olduğunda, "olası müdahalelerin ve bağlamların geniş çeşitliliği göz önüne alındığında, 'başarı' için geniş bir yelpazede (doğrudan / dolaylı; orta / nihai) göstergeler dikkate alınmalıdır" (s.8). Bu göstergeler bu çalışmada belirlenen bütünleşik STEM eğitimi ön tasarım ilkelerinin ve öğrenme modüllerin geliştirilmesi ve uygulanması sırasında dikkate alınmıştır. Bununla birlikte bu göstergeler modüllerin iyileştirilmesi ile çalışmanın değerlendirme ve yansıtma aşamalarının bir sonucu olarak nihai tasarım ilkelerinin oluşturulması ve modüllerin son halinin verilmesi için yol gösterici olmuştur. Bu çalışmada veri toplama süreci tasarım tabanlı araştırmanın aşamalarıyla paralel bir şekilde sırasıyla sunulmuştur.

3.4.1. Hazırlık Aşaması Veri Toplama Süreci

İhtiyaçların belirlenmesi: Haziran 2018 tarihinden başlayan ihtiyaçların belirlenmesi süreci Ağustos 2018 tarihine kadar devam etmiştir. Alanyazına dayalı olarak fen bilimleri öğretmenlerinin mühendislik tasarımı uygulamalarına yönelik olarak yaşadıkları zorluklar belirlenmiş aynı zamanda fen bilimleri dersi öğretmeni olan araştırmacının meslektaşlarıyla yaptığı sohbet tarzı görüşmeler (Yıldırım ve Şimşek, 2016) doğrultusunda öğretmenlerin mühendislik tasarım sürecinin uygulanması sürecinde karşılaştıkları güçlükler belirlenmiş elde edilen veriler bu çalışmanın bulgular ve yorumlar bölümünde sunulmuştur.

Alanyazın taraması, uzman görüşlerinin alınması ve bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkeleri ön tasarımın oluşturulması: Alanyazın taraması ile ilgili çalışma Temmuz 2018 tarihinde başlayarak STEM eğitimi yaklaşımıyla bir dersin nasıl hazırlanacağı, uygulanacağı ve değerlendirileceğine ilişkin olarak yapılan çalışmalar listelenmiş ve analiz edilmiştir. Bununla birlikte bütünlük STEM eğitimi yaklaşımı ile yürütülen aktivite, ders ya da programlar incelenerek karşılaşılan güçlükler, öğrencilerin öğrenme deneyimleri ve yürütülen uygulamaların sonuçları analiz edilmiştir. Bu süreç Aralık 2018 tarihine kadar devam etmiş ancak bütünlük STEM eğitime ilişkin gittikçe artan akademik çalışmaların bu çalışma süresince devam etmesinin faydalı olacağı düşünülmüştür. Alanyazın taraması sonucunda mevcut fen bilimleri dersi ünitelerinin bütünlük STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesine yönelik olarak tersine tasarım yaklaşımıyla (Wiggins ve McTighe, 2005) ön tasarım ilkeleri uzman görüşleri de alınarak belirlenmiştir. Belirlenen ön tasarım ilkeleri doğrultusunda öğrenci öğrenme modülleri geliştirilmiştir. Bütünlük STEM eğitimi ön tasarım ilkelerinin oluşturulmasına ilişkin süreç ve bu süreçte elde edilen veriler bu çalışmanın yöntem bölümünde “3.1.4. Araştırmanın Prototip Oluşturma Aşaması” bölümünde sunulmuştur. Ön tasarım ilkeleri uygulama sonrasında geliştirilmiş ve bu çalışmanın bulgular bölümünde sunulmuştur.

Öğrenme Modüllerinin Geliştirilmesi: Eylül 2018 tarihinde öğrenme modüllerinin geliştirilmesine başlanılmış ve süreç Ocak 2018 tarihine kadar devam etmiştir. Bütünlük STEM eğitimi yaklaşımı ön tasarım ilkeleri doğrultusunda geliştirilen üç öğrenme modülü bu çalışmanın prototip oluşturma aşamasında (Şubat 2019- Mayıs 2019) uygulanmıştır. Her bir modülün uygulaması sırasında elde edilen veriler diğer modülün iyileştirilmesi ve geliştirilmesi için kullanılmıştır. Bu dinamik süreç sonunda üç farklı öğrenme modülünün son şekli uzman görüşleri doğrultusunda oluşturulmuştur.

Pilot Uygulama (Öğrencilerle sınıf içi etkileşimler): Kasım 2018-Aralık 2018 tarihleri arasında çalışma grubu dışında beşinci sınıf öğrencileriyle pilot çalışma yapılmıştır. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan canlılar dünyası biyomimikri tasarım görevi bir sınıfta uygulanarak test edilmiştir. Çalışma yaklaşık uygulama süresini belirlemek ve kullanılacak malzemelerin uygunluğu açısından asıl uygulama öncesinde ortaya çıkabilecek beklenilmeyen sorunların tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır.

3.4.2. Prototip Oluşturma Aşaması Veri Toplama Süreci

Çalışmanın tanıtılması ve ön testlerin uygulanması: Araştırmanın çalışma grubuna Şubat 2019 tarihinde yapılacak çalışma hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca çalışma grubundaki öğrencilerin aileleriyle toplantı yapılarak araştırma hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Öğrencilerden beklenenler, neler yapacakları açıklanmış ve öğrencilerin başarı durumlarına göre birinci dönem fen bilimleri dersi not ortalaması dikkate alınarak her grupta üst, orta ve alt başarı seviyesinden en az bir öğrenci bulunmasına ve gruplardaki öğrencilerin cinsiyet dağılımının eşit olmasına dikkat edilmiştir. Araştırmada geliştirilen bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri ve bu ilkeler doğrultusunda geliştirilen öğrenci öğrenme modüllerinin amaca ne kadar hizmet ettiğini anlamak amacıyla CDED-Testi, BAHGÖ ve FeTeMM-MYİÖ 14-18 Ocak 2018 tarihleri arasında uygulanmıştır. Prototip oluşturma aşamasında biyomimikri tasarım görevi öğrenme modülü birinci döngü olarak, şeker çantası tasarım görevi öğrenme modülü ikinci döngü ve yelkenli triatlonu yarışması tasarım görevi ise üçüncü döngü olarak uygulanmıştır. Çalışmada haftada dört saatlik fen bilimlerinin derslerinin yanında iki saatlik bilim uygulamaları dersleri de dahil edilerek haftada altı saatlik uygulama yapılmıştır.

3.4.2.1. Biyomimikri tasarım görevine ilişkin veri toplama süreci. STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan canlılar dünyası ünitesi araştırmada birinci döngü olarak 12 Şubat 2019-14 Mart 2019 tarihleri arasında toplam 5 hafta 28 ders saati uygulanmıştır. 05.03. 2019 tarihinde öğretmenin görevli olmasından dolayı ders yapılmamıştır.

Mühendislik tasarım temelli öğrenme modülü öğrencilere her ders öncesinde dağıtılarak ders sonrasında toplanmıştır. CDED-Testi ders dışında ön-test olarak uygulanmıştır. Biyomimetik tasarım görevine ilişkin süreç araştırmada kullanılan mühendislik tasarım döngüsü basamakları doğrultusunda aşağıda sunulmuştur.

1. Adım, ihtiyacın ya da problemin tanımlanması (12.02.2019, 2 ders saati): Çalışmanın birinci haftasında canlılar dünyası ünitesi biyomimikri mühendislik tasarım temelli öğrenme modülü çalışma kağıtları öğrencilere dağıtılarak tasarım görevi tanıtılmıştır. Bu adımda öğrencilerden senaryoda verilen büyük tasarım görevini tanımlamaları, kriter ve kısıtlamaları ayırt etmeleri beklenmiştir. Bununla birlikte okuma ve anlama becerilerini geliştirmeleri açısından öğretmen tarafından gerekli açıklamalar yapılmalıdır. Ayrıca öğrencilerin ön öğrenmeleri, büyük tasarım görevini gerçekleştirmek için Mühendislik tasarım görevi açıklanarak mühendislik döngüsü, kısıtlama, kriterler, model, prototip kavramları açıklanmıştır. Daha sonra öğrencilerle canlıların ortak özellikleri hakkında sınıf içi tartışma yürütülmüş, tasarım görevinin tanımlanmasına ilişkin Çalışma kâğıdı-1 (Ek-3) uygulanmıştır.

2. Adım, ihtiyacın ya da problemin araştırılması (13.02.2019-07.03.2019): 13.02.2019 (2 ders saati) tarihinde öğrencilerle birlikte kısa bir doğa gezisine çıkılarak bitkiler, hayvanlar ve mantarlara ait ortak ve farklı özellikleri gözlemlerine dayalı olarak ifade etmeleri beklenmiştir. Doğa gezisi sırasında gözlemlediği canlıları öğrenme modülünde yer alan Etkinlik-1'de (Ek-3) gösterildiği şekilde sınıflanmaları ve bu sınıflamanın gerekçesini açıklamaları istenmiştir. Canlıların sınıflandırılmasına ilişkin bilimsel bilgi ders kitabı ve çevrim içi kaynaklardan araştırılarak sınıfta paylaşılmış sonrasında canlıların sınıflandırılmasına ilişkin tarihçeye ilişkin Etkinlik-2 (Ek-3) öğrencilerce tamamlanmıştır. Öğrenciler çalışmalarını takım üyeleriyle paylaşarak, takımların ortak çalışması sınıfla paylaşılmıştır.

14.02.2019 (2 ders saati) tarihinde sınıfa getirilen omurgasız canlı örneklerini ve araştırmacı tarafından hazırlanan hayvan kartları incelenerek eklemli bacak, dokunaç, anten vb. özelliklerin neler olduğu açıklanarak yapı- fonksiyon ilişkisine yönelik öğrenciler gözlemlerine dayalı olarak çıkarımlarını sınıfla paylaşmıştır. Sonrasında canlılara ilişkin yapıların yer aldığı Etkinlik-3 tamamlanmıştır. Öğrenciler aynı etkinlikte yer alan canlıların sınıflandırılmasına ilişkin tayin anahtarını Çalışma Kâğıdı-2 (Ek-3) kullanarak canlıların sınıflandırılmasında canlılara ait yapıların nasıl kullanıldığını keşfetmeleri beklenmiştir.

19.02.2019 (2 ders saati) tarihinde öğretmen hazırladığı hayvan kartlarını sınıfa getirerek takımlara dağıtmıştır. Omurgalı canlılara ait hayvan kartları incelenerek Etkinlik-4 uygulanmıştır. Bu aşamada öğrencilerin sınıflandırmaya ilişkin bilgiyi aynı etkinlikte yer alan tayin anahtarını kullanarak fark etmelerine çalışılmıştır. Yine bu bölümde yer alan omurgalı ve omurgasız canlılara ilişkin karşılaştır ve farklarını belirt (Ek-3, Çalışma

kâğıdı-4) etkinliği öğrencilerin analitik düşünme becerilerinin kullanımını görünür hale getirmek amacıyla uygulanmıştır.

20.02.2019 (2 ders saati) tarihinde okul bahçesindeki ve bitki kartlarındaki bitkiler incelenmiş, öğretmen tarafından bitkilere ait kısımlar ve görevleri açıklanmıştır. Öğrencilerden bitkilere ait yapılar ve bu yapıların fonksiyonları gözlemlerine dayalı olarak açıklamaları beklenmektedir. Örneğin karahindiba çiçeğinin tohumlarının yapısı sayesinde rüzgarla uçabilir ve bu onların üremelerini kolaylaştırır. Yine bu bölümde yer alan diğer etkinlikler çiçekli ve çiçeksiz bitkiler olarak sınıflandırılmasının gerekçesini yapı ve fonksiyon ilişkisine dayalı olarak açıklamaya odaklanmıştır. Analitik düşünme becerilerini görünür kılmak amacıyla çiçekli ve çiçeksiz bitkiler arasındaki benzerlik ve farklar venn şeması üzerinde öğrenciler tarafından benzer ve ayırt edici özelliklerine göre ayrılmıştır. Bu noktada öğrencilerin bitkileri çiçekli ve çiçeksiz bitkiler olarak iki gruba ayırması beklenir.

21.02.2019 (2 ders saati) tarihinde paramesyum ve öglena etkinliği (Ek-3, Etkinlik-6) uygulanmıştır. Öğretmen tarafından önceden hazırlanan paramesyum ve öglena kültürü ile yoğurt ve süt sınıfa getirilerek mikroskop altında incelenmiştir. Öğrenciler tarafından etkinlikte yer alan kısımlar doldurularak paramesyum ve öglenanın sınıflandırılmasına ilişkin olarak bir karar vermeleri beklenmektedir. Sonrasında öğrencilerin önceden evde mayaladıkları yoğurtlar sınıfa getirilerek bakteriler ile ilgili olarak Etkinlik-7 uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda Etkinlik-8 uygulanarak öğrencilerin yararlı ve zararlı bakterilere ilişkin iddiaları gerekçeleriyle ele almaları beklenmektedir.

26.02.2019 (2 ders saati) tarihinde mantarları sınıflandırılma (Ek-3, Etkinlik-9) uygulanmıştır. Öğrenciler tarafından sınıfa getirilen küflendirilmiş limon, ekme ve kültür mantarı incelenerek özellikleri tabloya yazılmıştır. Etkinlikte yer alan mantar çeşitleri özelliğine göre uygun gruplarda toplanarak Etkinlik 10 uygulanmıştır. Etkinlik-10 ile öğrencilerden bilimsel araştırmaya yönelik olarak hipotez ve değişkenlerin anlaşılması ve mayalanma olayını gözlemlerine dayanarak açıklamaları beklenmektedir.

27.02.2019 (2 ders saati) tarihinde Etkinlik- 11 öğrencilere bir hafta öncesinden bir ekmeğin köşesine su damlatarak kilitli bir poşet içerisinde bir hafta beklettikleri ve buna dayalı olarak küflenmenin zamanla değişimini bir kareli defterin her bir karesini boyamaları sonucunda ortaya çıkan değişimi yorumlamaları amacıyla uygulanmıştır. Öğrencilerin zamana göre sütün grafiklerini çizmelerin ardından Çalışma Kâğıdı-6 şapkalı mantarlar ve küf mantarlarına ait ortak ve farklı özelliklerin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Dersin ikinci saatinde Etkinlik-12'de yer alan hayali canlı tasarla

etkinliğinde yer alan görevler tanıtılarak öğrencilere TÜBİTAK ilk okuma serisinde bulunan kitaplar dağıtılarak canlılara ait yapı ve fonksiyona ilişkin olarak Çalışma Kâğıdı-7'nin elde ettikleri bilgilere göre doldurulmaları istenmiştir. Ders sonunda kitaplar öğrencilere dağıtılmış aynı zamanda farklı kaynaklardan canlıların yapı ve fonksiyonlarına ilişkin elde ettikleri bilgileri bu çalışma kâğıdına özetlemeleri istenmiştir.

28.02.2019 (2 ders saati) tarihinde her bir gruba diz üstü bilgisayarlar dağıtılmış, öğrenciler <https://switchzoo.com/zoo.htm> adresinden çevrim iç hayali canlılarını tasarlamışlardır. Etkinlik-12 öğrencilerin hayali olarak bir canlı tasarlamalarını ve yapı ve fonksiyon ilişkisine dayalı olarak bu yapıların canlıya sağladığı yararlar ve bu yapıların insanlığa ait bir problemi çözmeye nasıl kullanılabileceğine ilişkin beyin fırtınası yoluyla yeni fikirler üretmelerine olanak sağlamıştır. Çalışma Kâğıdı-8 öğrencilerin canlıları yapıları ve fonksiyonlarına ilişkin elde ettikleri bilgileri kendilerinin hayal ettiği canlıya ne tür avantajlar sağlayacağını düşünerek hayali canlılarına ilişkin yapılar ve fonksiyonlarını belirledikleri bölümdür. Bu bölümde hayal ettikleri canlılar Çalışma Kâğıdı-9'da çizimlere dönüştürülmüştür (Ek-3, Çizimler ve oluşturulan hayali canlılar) ve sonrasında hayali canlılarını bilim dünyasına tanıtacakları Çalışma kâğıdı -10 doldurulmuştur.

06.03.2019 -07.03.2019 (4 ders saati) tarihinde öğrenciler tasarladıkları canlıları takım üyelerinin birinin üzerinde kâğıt, mukavva çeşitli el işi materyallerini kullanarak canlandırmışlar ve hayali canlılarını bilim dünyasına sunarak canlıya ilişkin sınıflandırmada yer aldığı grup, beslenme, eş bulma, barınma, diğer canlılarla iletişimi kurma ve avlanmaya ilişkin yapıları ve bu yapıların canlıya sağladığı yararları açıklayan bir sunum gerçekleştirmişlerdir (Ek-3, Çizimler ve oluşturulan hayali canlılar). Sunum sonunda Ek-3 içerisinde yer alan hayali canlı değerlendirme rubriği kullanılarak her bir takım tarafından diğer takımların sunumları değerlendirilmiştir.

3. Adım, Olası çözüm/çözümlerin geliştirilmesi: 12.03.2019 (1ders saati) tarihinde öğrenciler elde ettikleri bilimsel bilgileri kullanarak öncelikle bireysel olarak (Ek-3, Etkinlik-13) büyük tasarım görevini tekrar okuduktan sonra canlıların yapılarını kullanarak insanların bir sorununu nasıl çözebileceklerine ilişkin tasarımlarını çizmeleri istenmiştir. Bu noktada öğrencilerden model ya da prototip geliştirmesi istenebilir. Model ile prototip arasındaki fark belirtilmelidir. Her ne kadar Türk Dil Kurumu sözlüğünde modelin tanımı "Tasarlanan ürünün tanıtım veya deneme amacıyla üretilen ilk örneği, prototip" olarak belirtilse de model ile prototip birbirinden farklı kavramlardır. Model simüle edilmiş ürünler, prototipler ise üretilen ürünün çalışır haldeki durumunu ifade eder (Bruijn, 2017). Dolayısıyla öğrencilerin üç boyutlu bir model oluşturmaları istenmiştir. Ancak

öğrencilerin mümkün olursa prototip yapmaları da kısıtlanmamalıdır. Bu doğrultuda önce her takım üyesi Etkinlik 13'te sunulan büyük tasarım görevine ilişkin taslak çizimlerini gerçekleştirmişlerdir. Bu bölümde öğrencilerin insanlara ait bir problemi çözmek için hangi canlıya ait yapıyı ya da yapıları kullanacağını belirlemesi beklenir. Sonrasında oluşturacağı model/prototip için kullanacakları malzemeleri kriter ve kısıtlamalara uygun bir şekilde belirlemeleri ve model/ya da prototipe ait bir taslak çizim oluşturmuşlardır.

4. *Adım, en iyi çözümün seçilmesi:* 12.03.2019 (1 ders saati) Öğrenciler geliştirdikleri çözüm önerilerini takımlarıyla birlikte kriter ve kısıtlamalar doğrultusunda tartışarak en uygun çözüm önerisini seçerler ya da önerilen çözüm önerilerinin olumlu yanlarını seçerek kriter ve kısıtlamalar doğrultusunda karar verme matrisini kullanarak (Ek-3, Etkinlik-14) yeni bir çözüm önerisi geliştirirler. Bu doğrultuda öğrenciler takım arkadaşlarıyla birlikte beyin fırtınasını nasıl yapacaklarına ilişkin öğretmen tarafından bilgilendirilmişlerdir. Her bir çözüm önerisi yazılarak olumlu yönleri ve olumsuz yönleri kriter ve kısıtlamalara göre belirlenerek öğrenciler tarafından değerlendirilmiştir.

5. *Adım, prototip/modelin oluşturulması:* 13.03.2019 (2 ders saati) tarihinde öğrenciler takım halinde çalışarak modellerini oluşturmuşlardır. Kullanacakları malzemeler araştırmacı-öğretmen tarafından sınıfa getirilmiş, yapıştırıcı, ipler, mukavva, karton, pipet, ahşap dil çubuğu, plastik şişeler gibi geri dönüşüm malzemeleri çalışmada kullanılmıştır.

6. *Adım, çözümlerin test edilmesi:* 13.03.2019 tarihinde öğrenciler tasarım kontrol tablosunu (Ek-3, Çalışma Kâğıdı-11) doldurarak oluşturdukları model için hangi canlıya/canlılara ait yapıları insanların bir problemini çözmek için nasıl kullandıklarını açıklamışlardır.

7. *Adım, çözümlerin paylaşılması:* 14.03.2019 (1 ders saati) tarihinde öğrenciler takımlarıyla birlikte tasarım görevine ilişkin çözümlerini/modellerini (Ek-3, Biyomimikri Modelleri) sınıf arkadaşlarıyla paylaşmışlar, sunum sonunda diğer öğrenciler (şirket yetkilileri rolü) tarafından sorulan soruları cevaplayarak eleştirilere yanıt vermişlerdir.

8. *Adım, yeniden tasarım:* 14.03.2019 (1 ders saati) tarihinde bir önceki adımda belirlenen eksiklikleri düzeltebilmeleri için öğrencilere zaman verilmiştir. Öğrenciler tasarımlarını düzelttikten sonra yaptıkları iyileştirmeleri açıklamışlardır.

Uygulama sonunda öğrenme modülü sonunda bulunan yansıtıcı sorulara öğrenciler tarafından yanıtlanmıştır. Birinci döngü sonunda CDED-Testi uygulanmış, yarı yapılandırılmış görüşmelerden, öğrenci çalışmalarından (portfolyo), mühendislik tasarım süreci rubriği (Ek-3) ile toplanan veriler sistematik bir şekilde düzenlenerek analiz edilmiş, elde edilen bulgular iki alan uzmanı tarafından değerlendirilerek bütünlük STEM eğitimi

ön tasarım ilkelerinin geliştirilmesi, uygulanan öğrenme modülünün iyileştirilmesi ve bir sonraki modülün geliştirilmesi için kullanılmıştır.

3.4.2.2. Şeker çantası tasarım görevine ilişkin veri toplama süreci. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesi araştırmada ikinci döngü olarak 19 Mart 2019- 03 Nisan 2019 tarihleri arasında toplam 3 hafta, 15 ders saati uygulanmıştır. KÖSED-Testi ders dışında ön test olarak uygulanmıştır.

*1. Adım, ihtiyacın ya da problemin tanımlanması:*19.03.2019 (1 ders saati) Öğrenme modüllerinin öğrencilere dağıtılmışından sonra senaryoda belirtilen tasarım görevine ilişkin olarak modül 2, 1.adımda yer alan çalışma kağıdında yer alan tasarım görevi öğrencilerce tanımlanmış, kriter ve kısıtlamalar belirlenmiştir. Bu adımda ayrıca tasarım görevinde tanımlanan ürünün son kullanıcıları, öğrencilerin geçmiş öğrenmeleri ve tasarım görevini gerçekleştirmek için neler bilmelerinin gerektiği tartışılmıştır.

2. Adım, ihtiyacın ya da problemin araştırılması: (19.03.2019-26.03.2019) 19.03.2019 (1ders saati) tarihinde kuvvetin etkilerini (Ek-4, Etkinlik-1) anlamaya yönelik etkinlik okul bahçesinde gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin geçmiş öğrenmeleri ile manyetik kuvvet, yerçekimi kuvvetinin etkileri keşfedilmeye çalışılmış, öğrencilerce bu kuvvetler ve kuvvetlerin etkileri keşfedilmiştir. Bu noktada varılmak istenen hedef kuvvetin cisimlerin şekillerini değiştirmeleri ve hareket etmelerine neden olduğunun açıklanmasıdır.

20.03.2019 (2 ders saati), sınıfa getirilen esnek lastik, yay vb. ağırlık asılarak lastikteki değişimin nedeninin ne olduğu sorulmuştur. Sonrasında dinamometreler gruplara dağıtılarak Etkinlik-2 (Ek-4) öğrencilerce yapılarak ilgili bölümler doldurulmuştur. Öğrencilerce farklı cisimlerin ağırlıkları ölçülerek hassas ölçümler yapabilmek için farklı dinamometrelerin kullanılması gerektiğini keşfetmelerini sağlamak üzere tasarlanan etkinlik sonucunda farklı ağırlıklar bir yaya öğrencilerce asılarak yaylardaki uzama miktarlarına ilişkin grafik çizilmiştir. Bu noktadaki amaç yaya asılan ağırlık ile uzama miktarının orantılı olarak arttığını keşfetmelerini sağlamaktır. Sonrasında kuvvetin ölçülmesi ve dinamometrenin parçalarını öğrenmeye yönelik olarak Etkinlik-3 uygulanmıştır. Dinamometrelerin parçalarını öğrenmeye yönelik olarak tesrine mühendislik uygulaması yapılmış, öğrencilerce dinamometreler sökülerek parçalara ayrılmıştır. Her bir parçanın görevi ve bu parçalardan bir tanesinin olmaması ya da çalışmaması durumunda bunun dinamometrenin çalışmasını nasıl etkileyeceğine ilişkin olarak hazırlanan çalışma kâğıdı (Ek-4, Etkinlik-3) öğrencilerce doldurulmuştur.

21.03.2019 (2 ders saati) tarihinde öğretmen tarafından getirilen malzemeler ile bir dinamometre öğrencilerce tasarlanmıştır (Ek-4, Etkinlik-4).

26.03.2019 (2 ders saati) tarihinde derse davet edilen kâğıt üretimi alanında çalışan bir akademisyen, ambalaj ve paketleme mühendisi ve gıda mühendisinden oluşan bir ekip tarafından sınıfa getirilen kağıtların özellikleri, yaptıkları çalışmalar hakkında sınıfa bilgi verilmiştir. Sonrasında Etkinlik-5 (Ek-4) uygulanarak öğrenciler hangi kâğıdın daha sağlam olduğuna yönelik araştırma yapmışlardır. Öğrencilerden beklenen alan hesabı yaptıktan sonra belirli bir miktar kâğıdın ne kadarlık kuvvet taşıyabileceğini bulduktan sonra çantalarının taşıyabilecekleri ağırlığı hesaplamaları istenmiştir.

3. Adım, *Olası çözüm/çözümlerin geliştirilmesi*: 27.03.2019 (1ders saati) tarihinde öğrenciler bireysel olarak tasarım görevlerine ilişkin çözüm önerilerini ortaya koymuşlardır. Bu adımda öğrencilerden çok detaylı bir çizim yapmaları beklenmemektedir. Ancak maliyet hesabı yapmaları ve oluşturacakları çantaya ilişkin olarak kullanacakları malzemeleri belirtmeleri istenmiştir.

4. Adım, *en iyi çözümün seçilmesi*: 27.03.2019 (1 ders saati) tarihinde öğrencilerin bireysel olarak bir önceki adımda geliştirdikleri çözüm önerileri tüm takım üyeleri ile birlikte kriterler ve kısıtlamalar doğrultusunda değerlendirilerek en uygun çözüm önerisi seçilmiştir (Ek-4, Etkinlik-7). Bu adımda nasıl karar verdiklerine ilişkin olarak *karar veriniz* çalışma kâğıdı öğrencilerce doldurulmuştur. Sonrasında takım kararına uygun olarak taslak çizimleri çizilerek tasarımlarına ilişkin malzeme seçimleri, toplam maliyeti belirlenmiştir.

5. Adım, *prototip/modelin oluşturulması*: 28.03.2019 (2 ders saati) tarihinde öğretmen tarafından sınıfa getirilen kâğıt bir çanta açılarak açılmış şeklinin öğrencilerce görülmesi sağlanmıştır. Öğrenciler tarafından dikdörtgen, dikdörtgenler prizmasına ilişkin olarak yapacakları çanta ile benzer farklı tarafları karşılaştırılmıştır. Daha sonra öğrenciler en uygun çözüm önerisine uygun olarak kâğıt çantanın açılmış ve çanta olarak halini taslak olarak çizmişler ve maliyet hesabı yapmışlardır. Öğrenciler taslak çizimlerinde belirledikleri şekilde şeker çantasının prototipini bu aşamada oluşturmuşlardır. Öğrenciler seçtikleri kağıtlar öğretmen tarafından dağıtılmış, öğrenciler tarafından üzerinde çizimler yapılarak kesilmiştir. Bu aşamada ihtiyaç duyan takımlara öğretmen rehberlik etmiştir. Prototipler yapıştırılarak hazır hale getirilmiştir.

6. Adım, *çözümlerin test edilmesi*: 02.04.2019 (1 ders saati) tarihinde öğrenciler Çalışma Kâğıdı-2 (Ek-4) ile gösterilen şekilde çözümlerin test edilmesine ilişkin tabloyu doldurarak

oluşturdukları prototip/model için kriter ve kısıtlamaları kontrol ederek öğretmen tarafından sınıfa getirilen 20 Newton'luk şeker konularak taşıyıp taşımadığı test edilmiştir.

7. Adım, çözümlerin paylaşılması: 02.04.2019 (1 ders saati) Öğrenciler firmaya ikna edici bir mektup yazarak kendi tasarladıkları çantanın neden kullanılması gerektiğini açıklamışlardır (Ek-4, 7. Adım). Daha sonra sunumlarını sınıfla paylaşarak tasarımlarına ilişkin iyileştirmeler belirlenmiştir.

8. Adım, yeniden tasarım: 03.04.2019 (1 ders saati) Bu adımda bir önceki adımda belirlenen eksiklikleri düzeltebilmeleri için öğrencilere zaman verilmiştir. Öğrenciler tasarımlarını düzelttikten sonra yaptıkları iyileştirmeleri açıklamışlardır.

İkinci döngü sırasında ve sonrasında öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ile nitel veriler toplanmış, öğrenci çalışmalarından (portfolyo) mühendislik görevi rubriği ile elde edilen veriler sistematik bir şekilde düzenlenerek analiz edilmiş, elde edilen bulgular iki alan uzmanı tarafından değerlendirilerek bütünlük STEM eğitimi ön tasarım ilkelerinin geliştirilmesi, uygulanan öğrenme modülünün iyileştirilmesi ve bir sonraki modülün iyileştirilmesi için kullanılmıştır.

3.4.2.3. Yelkenli Triatlonu yarışması tasarım görevine ilişkin veri toplama süreci. Bütünlük STEM eğitimi yaklaşımı ön tasarım ilkeleri doğrultusunda geliştirilen kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesi yelkenli triatlonu tasarım görevi öğrenme modülü 04. 04. 2019- 30.04.2019 tarihleri arasında toplam 18 saat olmak üzere uygulanmıştır.

1. Adım, ihtiyacın ya da problemin tanımlanması: 04.04.2019 (1 ders saati) tarihinde yelkenli triatlonu öğrenme modülü öğrencilere dağıtılarak tasarım görevinin tanımlanması, kriter ve kısıtlamalar Çalışma Kâğıdı- 1 (Ek-5) öğrenciler tarafından belirlenmiştir.

2. Adım, ihtiyacın ya da problemin araştırılması: 04.04.2019 (1 ders saati) tarihinde öğrenci takımları tarafından Etkinlik-1'de (Ek-5) yer alan deneye ilişkin ölçümler yapılmıştır. Etkinliğin diğer bölümü bir ders sonrasında tamamlanmıştır.

09.04.2019 (2 ders saati) tarihinde bir ders öncesinde kaydedilen verilere ilişkin grafik çizimi Etkinlik-1 (Ek-5) tamamlanarak etkinlik ile ilgili sorular öğrencilerce cevaplanmıştır. Sonrasında Etkinlik-2 (Ek-5) uygulanmış, etkinlikte öğrencilerin farklı yüzeylerde sürtünme kuvvetinin de farklı olacağına ilişkin deney düzenleyerek grafik çizimleri istenmiştir.

10.04.2019 (2 ders saati) tarihinde birinci ders saatinde öğrencilerin sıvı direncinin cismin hareketini yavaşlatıcı etkisini keşfetmelerine ilişkin olarak deney yapılmış,

öğrencilerin elde edilen ölçme verilerini kaydetmeleri sağlanmıştır. İkinci ders yüzey alanının hava direncine etkisini keşfetmek amacıyla Etkinlik-4 uygulanmıştır. Öğrenciler beşinci sınıf matematik dersinde dairenin alanını hesaplama konusunun seviyeye uygun olmadığı için çeşitli boyutlarda dikdörtgen ve kare şeklinde kağıtlar öğretmen tarafından takımlara dağıtılarak paraşüt yapılmıştır.

11.04.2019 (2 ders saati) tarihinde yapılan paraşütler okulun üst katından öğretmen tarafından bırakılarak öğrencilerce düşme süreleri kronometre yardımıyla ölçülmüştür. Bu etkinlik ile öğrencilerin yüzey alanı ile hava direncinin etkisini keşfetmeleri beklenmiştir. Sonrasında elde edilen veriler sütun grafiği ile gösterilmiştir.

16.04.2019 (2 ders saati) tarihinde yapılan etkinliklerin sonucunda öğrencilerce çalışma kâğıdı-1'deyen alan sorular yanıtlanmıştır. Sonrasında hava direnci ve sıvı direncini karşılaştırmalarını sağlamak amacıyla Çalışma Kâğıdı-2 (Ek-5) öğrencilerce doldurulmuştur. Sonrasında öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmek amacıyla Çalışma Kâğıdı-3 ve Çalışma Kâğıdı-4'de bulunan hava ve sıvı direncine ilişkin problemlerin çözüm yolları aranmıştır.

3. Adım, Olası çözüm/çözümlerin geliştirilmesi: 17.04.2019 (1 ders saati) tarihinde öğretmen tarafından sınıfa straforlar, kâğıt, bez parçaları, ahşap çubuk parçaları getirilerek üzerlerine fiyat etiketleri yapıştırılmıştır. Öğrenciler tarafından büyük tasarım görevine ilişkin kullanacakları bilgiler toplandıktan sonra bireysel olarak öğrenciler çözüm önerilerini taslak olarak çizmişlerdir (Ek-5, Etkinlik-5). Sonrasında kullanacakları malzemeler ve malzemelere ilişkin maliyet tablosu hazırlanmıştır.

4. Adım, en iyi çözümün seçilmesi: 17.04.2019 (1 ders saati) Öğrenciler tarafından geliştirilen çözüm önerileri bu aşamada diğer takım üyelerinin çözüm önerileriyle birlikte kriter ve kısıtlamalar kullanılarak değerlendirilmiş, en uygun çözüm önerisi seçilmiş ya da geliştirilmiştir. En uygun çözüm önerisinin seçilmesine ilişkin karar vermelerine ilişkin olarak çalışma kağıdındaki (Ek-5, Etkinlik-6) karar verme matrisi kriter ve kısıtlamalara uygun olarak doldurulmuştur.

5. Adım, prototip/modelin oluşturulması: 18.04.2019 (2 ders saati) en uygun çözüm önerisine uygun olarak Etkinlik-8'de yer alan kâğıt üzerinde taslak çizimlerini gerçekleştirmişlerdir. Sonrasında Çalışma Kâğıdı-5 doldurularak taslak çizimlerinde belirledikleri şekilde yelkenlilerine ait prototipini bu aşamada oluşturmuşlardır.

6. Adım, çözümlerin test edilmesi: 25.04.2019 (2 ders saati) tarihinde çözümlerin test edilmesine ilişkin tabloyu (doldurarak oluşturdukları prototip/model için kriter ve

kısıtlamaları kontrol ederek araştırmacı-öğretmen tarafından sınıfa getirilen su dolu bir platform, küçük el fanı (rüzgâr oluşturmak için) getirilerek prototipler test edilmiştir.

7. *Adım, çözümlerin paylaşılması:* 30.04.2019 (1 ders saati) tarihinde öğrenciler çözümlerini sınıfla paylaşmış, prototipleri üzerinde yapılması gereken değişiklikleri belirlemişlerdir.

8. *Adım, yeniden tasarım:* 30.04.2019 (1 ders saati) tarihinde bir önceki adımda belirlenen eksiklikleri düzeltebilmeleri için öğrencilere zaman verilmiştir. Öğrenciler tasarımlarını düzelttikten sonra yaptıkları iyileştirmeleri açıklamışlardır.

Bu son döngü sırasında ve sonrasında öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler, öğrenci çalışmalarından (portfolyo) mühendislik tasarım rubriği ile elde edilen veriler analiz edilmiştir. Çalışma sonrasında araştırmada kullanılan veri toplama araçları; KÖSED-Testi, BAHGÖ ve FeTeMM-MYİÖ son-test olarak uygulanmıştır. Elde edilen tüm veriler sistematik bir şekilde düzenlenerek analiz edilmiş, elde edilen bulgular iki alan uzmanı tarafından değerlendirilerek bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkelerinin geliştirilmesi, uygulanan öğrenme modülünün iyileştirilmesi için kullanılmıştır.

3.4.3. Değerlendirme ve Yansıtma Aşaması

Araştırmada elde edilen veriler tamamı Haziran 2019- Ocak 2019 tarihleri arasında geriye dönük olarak analiz edilmiş bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkelerine ve öğrenme modüllerine son hali verilmiştir.

3.5. Verilerin Analizi

Tasarım tabanlı araştırma, “tipik olarak karma yöntemler içerir” (Anderson ve Shattuck, 2012, s.17). Dolayısıyla veri toplama yöntemi, nitel ya da nicel verilerin toplanmasını içerebilir (Herrington ve diğ., 2007). Bu çalışmada araştırma yaklaşımına uygun olarak nitel ve nicel verilerin toplanmış çoklu veri analizi yöntemleri kullanılmıştır. Farklı veri toplama araçlarından elde edilen verilerin çoklu analizi, tasarım ilkelerinin ve ilkeler doğrultusunda geliştirilen öğrenme modüllerinin iyileştirilmesi için yol gösterici olmuştur. Maxcy’e (2003) göre “araştırmacıların farklı yöntemleri seçmeleri ve kullanmaları, ihtiyaç gördükleri gibi seçmeleri, bulgularını çoğul ve bilinmeyen bir gerçekliğe uygulamaları mükemmel mantıklıdır” (s.59). Bu çalışmanın amacı bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkelerini belirlemenin yanında bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri doğrultusunda geliştirilen öğrenme modüllerinin öğrenci görüşleri, öğretmen-araştırmacının alan notları ve uzman görüşleri doğrultusunda iyileştirilmesini amaçlamakla

beraber aynı zamanda yapılan uygulamanın öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri, bilimsel araştırmaya yönelik görüşleri ve STEM mesleklerine yönelik ilgileri üzerine etkisini belirlemektir.

Tasarım araştırmacıları “belirli bağlamlardaki belirli nesnelere ve süreçlere odaklanırken, bunları bütüncü ve anlamlı fenomenler” olarak incelemeye çalışırlar (van den Akker ve diğ., 2006, s.5). Çalışmada nitel veri toplama araçlarıyla elde edilen veriler bütüncül bir yaklaşımla ele alınarak anlamlandırılmaya çalışılmıştır. Bu süreç tasarım tabanlı araştırmanın süreç odaklı, müdahaleci, iş birliğine dayalı, çok düzeyli, fayda odaklı ve teoriye dayalı temel yönüne vurgu yapmaktadır (Shavelson ve diğ., 2003). Çalışmada elde edilen nitel verilerin analizi betimsel analiz ile eşzamanlı yürütülen ve içerik analizi yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Bütüncül STEM eğitimi tasarım ilkelerini belirlemek ve öğrenme modüllerinin geliştirilmesi amacıyla, çalışmanın üç farklı aşamasında nitel veri toplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla çalışmanın bir aşamasından elde edilen veriler ile bir sonraki aşamada elde edilen verilerin karşılaştırılması yapılan müdahalenin iyileştirilmesine olanak sunmuştur (Shattuck ve Anderson, 2013).

Merriam’a (2013) göre “gerçeğin/gerçekliğin anlamına bağlı olan iç geçerlik “araştırma bulgularının dış dünyadaki gerçekliğe uyup uymadığı sorunsalı ile ilgilidir” (s.203). Wolcott (2005), nitel araştırmacıların asla nesnel doğruyu veya gerçeği yakalayamayacaklarını ancak bulgularının inanılabilirliğini arttıracabileceklerini vurgulamıştır. Bu doğrultuda çalışmada üçgenleme, katılımcı kontrolü de denilen üye kontrolü veya üye sorgulaması ve uzman incelemesi veya uzman gözden geçirmesi ile çalışmanın iç geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır (Merriam, 2013). Bu amaçla öğrenci yansımalarından, yarı yapılandırılmış görüşmelerden ve alan notlarından elde edilen veriler ile nicel veri toplama araçlarından elde edilen veriler üçgenleme stratejileri kullanılarak bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir. Bu süreçte yazılı hale getirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler, öğrenci yansımaları ve alan notlarından elde edilen tüm veri seti yazıya dönüştürülmüş, okunarak ham veri seti oluşturulmuştur. Bu aşamada araştırma için önemli olan cümleler, cümlelerin bir kısmı veya kelimeler tespit edilerek ilgisiz kelimeler ortadan kaldırılarak veri seti azaltılmış, iç geçerliğin sağlanabilmesi amacıyla iki araştırmacı tarafından kodlar oluşturulmuştur. Dört kez tekrar eden bu süreç verilerin azaltılmasıyla eşzamanlı olarak yürütülerek kodlar oluşturmuştur. Kodlar arasında ilişkilendirme yapılarak temalara ulaşılmıştır. Verilerin çözümlenmesi iki uzman tarafından yapılmıştır. Bu süreçte uzmanların yaptığı kodlamalar karşılaştırılarak *görüş birliği* ya da *görüş ayrılığı* şeklinde işaretlenmiş, uzmanların yaptığı farklı kodlamalar üzerinde görüş birliği sağlanmaya

çalışılmıştır. Bu sürecin sonunda elde edilen kodlar ve temalar Miles ve Huberman (1994) tarafından geliştirilen; “Güvenirlilik (iç tutarlık) = Görüş birliği/(Görüş birliği + Görüş ayrılığı) x 100” formülü ile hesaplanmıştır.

3.5.1. Mühendislik Tasarım Görevi Değerlendirme Rubriğinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Öğrencilerin araştırma süresince dahil oldukları mühendislik tasarım görevini değerlendirmek amacıyla araştırma kapsamında her bir modül için geliştirilen mühendislik tasarım süreci değerlendirme rubriği (Ek 3., Ek 4., Ek., 5) ile öğrencilerin katıldığı bu süreç değerlendirilmiştir.

Rubrik, mühendislik tasarım sürecinde yer alan sekiz basamak ve her basamakta yer alan toplam 16 yetkinlik seviyesini 0 ile 3 puan aralığında, en yüksek 48 puan alınabilecek şekilde düzenlenmiştir. Öğrencilerin mühendislik tasarım görevleri süresince kullandıkları öğrenci öğrenme modüllerinde yer alan etkinlikler ve tasarım sürecinde yapmış oldukları çizimler ve oluşturdukları model ve prototipler geliştirilen bu rubrik aracılığı ile değerlendirilmiştir. Öğrenme modülünden elde edilen veriler bir sonraki modülden elde edilen veriler ile karşılaştırılmış, sonuçlar bütünlük STEM eğitimi ön tasarım ilkelerinin geliştirilmesi ve öğrenci öğrenme modüllerinin iyileştirilmesi amacıyla kullanılmıştır.

3.5.2. CDED-Testi ve KÖSED-Testi ile Elde Edilen Verilerin Analizi

Araştırmada bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkeleri doğrultusunda geliştirilen öğrenme modüllerinin amaçlarından bir tanesi de çalışmaya katılan öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmektir. Öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri düzeyini ölçmek amacıyla araştırma kapsamında geliştirilen üç öğrenme modülü için her biri 15 maddeden oluşan çoktan seçmeli iki aşamalı iki test geliştirilmiştir.

Testlerde bulunan maddelerin birinci aşaması çoktan seçmeli, ikinci aşaması ise öğrencilerin seçim gerekçesini serbest bir şekilde yazabileceği açık uçlu bölümden oluşmaktadır. Geliştirilen bu testler araştırmanın hazırlık aşamasında ön test olarak uygulanmıştır. Elde edilen veriler değerlendirme rubriğine göre puanlandırılmış ve testlerin her birinden alınabilecek en yüksek puan $3 \times 15 = 45$ puan olacak şekilde belirlenmiştir.

3.5.3. BAHGÖ'den Elde Edilen Verilerin Analizi.

Araştırmada bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkeleri doğrultusunda geliştirilen öğrenme modüllerinin en önemli amaçlarından bir tanesi de öğrencilerin bilimsel araştırmaya yönelik bilgi ve anlayışlarını olumlu yönde geliştirmektir. Geliştirilen modüllerin ve uygulamaların etkisini değerlendirmek amacıyla araştırmanın hazırlık aşamasında ön test olarak BAHGÖ uygulanmıştır. Açık uçlu sorulardan oluşan ölçek sekiz boyut altında incelenmiş, yetersiz (1 puan), kısmen yeterli (2 puan) ve bilimsel (3 puan) olmak üzere aşağıda Baykara'nın (2019, s. 53) çalışmasında yer alan boyutlar sunulan rubriğe göre değerlendirilerek ön-test puanları elde edilmiştir.

Açık uçlu sorulardan oluşan ölçekten elde edilen veriler betimsel analize tabi tutulmuş, veriler nicel verilere dönüştürülerek ön test son test puanları ortalamaları farkının anlamlı olup olmadığını test etmek için SPSS v.22 programı ile Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılarak analiz edilmiştir.

Tablo 3.21. *BAHGÖ'de Yer Alan Bilimsel Araştırma Boyutlarının Sorulara Yönelik Analizi*

Bilimsel Araştırma Boyutlarının Sorulara Yönelik Analizi	Soru
Bilimsel araştırmalar her zaman bir problemle başlar ve bilimsel araştırmaların bir hipotezi test etmesi zorunlu değildir.	1a, 1b, 2
Bilimsel araştırmaların belli bir yöntemi ve basamakları yoktur.	1b,1c
Araştırma süreci sorulan sorularla yönlendirilir.	5
Araştırmalarında aynı yöntemleri takip eden bilim insanları aynı sonuçları elde edemeyebilirler.	3a
Araştırma süreci, sonucu etkileyebilir.	3b
Çalışmanın sonucu, toplanan verilerle tutarlı olmalıdır: her bir araştırma sonucu toplanan verilerden elde edilen kanıtlarla desteklenmelidir.	6
Bilimsel veriler bilimsel kanıtlarla aynı değildir.	4
Açıklamalar toplanan verilerin ve mevcut bilgilerin birleştirilmesiyle oluşturulur.	7

Çalışmaya katılan öğrencilerin bilimsel araştırmaya ilişkin görüşleri sekiz boyut altında incelenmiş, yetersiz (0 puan), kısmen yeterli (1 puan) ve bilimsel (3 puan) olmak üzere Baykara (2019) tarafından geliştirilen rubriğe göre değerlendirilmiştir. Öğrencilerin ön test ve son-test uygulaması sonrasında aldıkları puanlara ilişkin frekans ve yüzde tabloları oluşturulmuştur. Ön test ve son test sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olup olmadığı Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılarak belirlenmiştir.

3.5.4. FeTeMM-MYİÖ'nden Elde Edilen Verilerin Analizi

Araştırmanın hazırlık aşamasında öğrencilerin bütünlük STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulamalara katılmalarının STEM mesleklerine olan ilgilerini nasıl etki edeceği belirlenmeye çalışılmıştır. Bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkeleri doğrultusunda hazırlanan öğrenme modülleri aynı zamanda STEM kariyerine yönelik bilgi ve zaman

zaman STEM alanında çalışan uzmanların da derse katılmalarını içermektedir. FeTeMM-MYİO'ne ilişkin ön test son test puanları Microsoft Excel ile hesaplanmış, ortalamaları farkının anlamlı olup olmadığını test etmek için SPSS v.22 programı ile Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılarak analiz edilmiştir.

3.5.5. Öğrenci Yansımalarından Elde Edilen Verilerin Analizi

Modüllerin uygulanması sonucunda araştırmaya katılan öğrencilerden her modülün sonunda bulunan açık uçlu form yardımıyla öğrenme etkinlikleri sırasındaki deneyimlerini açığa kavuşturmak amacıyla veri toplanmıştır. Elde edilen verilerin çözümlenmesi ve anlamlandırılması sürecinde betimsel ve içerik analiz bir arada kullanılmıştır. Her bir modülün uygulanması sonrasında toplanan veriler ile bir sonraki modülün uygulanmasından elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Betimsel analiz öğrencilerin karşılaştıkları zorluklar, bu zorlukları çözüm yolları, çalışmada öğrendikleri, çalışmada sevdikleri, sevmedikleri ve değiştirmek istediklerini belirlemeye yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Bu süreçle eşzamanla olarak öğrenci yansımaları içerik analizine tabi tutulmuştur. Bu noktada kodların belirlenmesi ile yeni temalara ulaşılmıştır. Analiz sonuçları Bütünleşik STEM eğitimi ön tasarım ilkelerinin ve modüllerin iyileştirilmesi amacıyla kullanılmıştır.

3.5.6. Araştırmacının Rolü

İyi bir araştırma ve iyi bir uygulama gereksinimleri arasındaki örtüşmeler, öğretmenlerin araştırmacı olarak gelişmesi için hem bir temel hem de bir gerekçe sağlamaktadır (Robinson, 2003). Araştırmacı bu çalışmada öğretmen- araştırmacı olarak rol almıştır. Öğretmen-araştırmacılar kendi sınıflarında araştırma yaparken aynı zamanda katılımcı ve gözlemci olarak hareket ederler (NEA, 2020). Bu çalışmada öğrenme modüllerinin uygulanması öğretmen-araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Çalışma sırasında alan notları tutulmuş, kendi yorumları eklenerek fenomenler açıklanmaya çalışılmıştır. Öğrenme modüllerinin uygulanması için gerekli materyal öğretmen-araştırmacı tarafından hazırlanarak uygulama öncesinde sınıfa getirilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: BULGULAR ve YORUMLAR

Araştırmanın üçüncü aşaması olan değerlendirme ve yansıtma aşamasında geliştirilen tasarım ilkelerinin son hali, araştırma sürecinde elde edilen verilerin tekrar değerlendirilmesi yoluyla belirlenmiştir. Bununla birlikte prototip oluşturma aşamasında elde edilen veriler ile öğretmen ve öğrenci deneyimleri doğrultusunda bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla bir dersin tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesine yönelik çıkarımlar bu bölümde sunulmuştur.

4.1. Araştırmanın Hazırlık Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Araştırmanı hazırlık aşamasında alanyazından elde edilen görüşler doğrultusunda belirlenen ön tasarım ilkeleri uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Uzman görüşlerinden elde edilen bulgular bu bölümde sunulmuştur.

4.1.1. Bütünleşik STEM Eğitimi Tasarım İlkelerinin Belirlenmesine İlişkin Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi: “Ortaokul beşinci sınıf fen bilimleri dersi ünitelerinin bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesine yönelik tasarım ilkeleri nelerdir?” şeklinde ifade edilmiştir. Bu doğrultuda hazırlanan ön tasarım ilkeleri uzman görüşlerine sunulmuş uzman görüşleri doğrultusunda iyileştirmeler ve revizyonlar yapılmıştır. Biyoloji eğitimi alan uzmanı, canlılar dünyası ünitesi biyomimikri tasarım görevi için yapı ve fonksiyonun içeriğe dahil edilmesinin gerekli olduğunu belirtmiştir. Ancak öğretim programında yapı ve fonksiyon kavramının yer almadığını bu nedenle müfredata uygunluk ilkesinin müfredata uygun esnek içerik olarak değiştirilmesini önermiştir. Bu öneri doğrultusunda *Türk Milli Eğitimin Amaçları ve mevcut müfredata uygunluk* olarak belirlenen ön tasarım ilkesi, *Türk Milli Eğitiminin Amaçları ve Genel İlkeleri ile müfredata uygun esnek içerik* olarak değiştirilmiştir. Aynı zamanda ABD’de yapılan çalışmalarda, STEM uygulamalarının ulusal standartlara ve eyalet düzeyindeki resmi düzenlemelere atıf yapılmaktadır (Honey ve diğ., 2014). Dolayısıyla bu çalışmada öğrenci modüllerinin geliştirilmesi aşamasında Türk Milli Eğitiminin Amaçları ve bu amaçlar doğrultusunda hazırlanan öğretim programlarına uygunluğunun sağlanmasının gerekli olduğuna uzman görüşleri de alınarak karar verilmiştir.

Alanyazında bir STEM programı, ünitesi ya da dersinin hedefleri arasında STEM okuryazarlığı (Bybee, 2010; Honey ve diğ., 2014; Morrison 2006), disiplinler arasındaki bağlantı yapabilme becerisi (Capraro, Capraro ve Morgan, 2013; Myers, 2015; Nathan ve diğ., 2013) ve 21. yy. becerilerine sıklıkla vurgu yapılmaktadır (Bryan ve diğ., 2015; Bybee, 2010; Honey ve diğ., 2014; Morrison, 2006; Yıldırım, 2018; Vasquez ve diğ., 2013). Geliştirilen öğrenme modüllerinde yer alan etkinliklerin *STEM okuryazarlığı ve disiplinler arasında bağlantı, analitik düşünme becerileri ve 21. yy. yeterliklerini* kapsamının uygun olacağı söylenebilir. Bununla birlikte eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme gibi becerilerin gelişimi analitik düşünme becerilerinin kullanımını gerektirmektedir (Swartz ve diğ., 2008). Dolayısıyla analitik düşünme becerilerinin de bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri içerisinde yer almasının uygun olacağı söylenebilir. Yine alanyazında sıklıkla belirtilen *STEM kariyerlerine ilişkin hedefler* (Crisp ve diğ., 2009; Herbert ve Stipek (2005); Honey ve diğ., 2014; Jolly, 2017; Karahan, Canbazoglu Bilici ve Ünal, 2015; Vasquez ve diğ., 2013) bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri içerisinde yer alması uygun görülmüştür.

Bütünleşik STEM eğitimi uygulamalarının değerlendirilmesine ilişkin olarak alanyazında ifade edilen sonuçların ve sürecin değerlendirildiği farklı ölçme araçlarının kullanımına vurgu yapılmaktadır (NRC, 2009; Vasquez ve diğ., 2013; Yıldırım, 2018). Dolayısıyla bütünleşik STEM eğitimi uygulamalarının değerlendirilmesi için farklı yöntemlerin kullanılmasının uygun olacağı söylenebilir. Bu nedenle bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri geliştirilirken değerlendirme aşaması *çok yönlü değerlendirme* olarak ilkelerin içerisinde yer almasına karar verilmiştir.

Bu çalışmada bütünleşik STEM eğitime yönelik olarak geliştirilen öğrenme modülleri ana disiplin olarak fen bilimleri dersi etrafında şekillendirilmiştir. Dolayısıyla alanyazından elde edilen bulgular bilimsel sorgulama ve mühendislik uygulamalarının bir bağlam olarak disiplinler arasındaki entegrasyonu sağladığına işaret etmektedir (Guzey ve diğ., 2016; Moore ve diğ., 2014). Bu nedenle *bilimsel sorgulama temelinde mühendislik uygulamaları* bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri içerisinde yer almasının uygun olacağı düşünülmüştür. Bununla birlikte sınıf seviyesine uygun mühendislik tasarımı zorlukları (Walker, Moore, Guzey ve Sorge, 2018) öğrencilerin motivasyonu ve ilgilerini sağlamak için önemlidir. Bu nedenle sınıf seviyesine duyarlı mühendislik tasarımı zorluklarının bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımı ile bir ünite ya da dersin tasarlanması için vurgulanması gereken bir ilke olduğu söylenebilir.

Bütünleşik STEM eğitimi ön tasarım ilkeleri belirlenirken alanyazında 21. yy. becerileri içerisinde yer alan takım çalışmasına vurgunun tüm çalışmalarda görülmüştür. Ancak öğrencilerin takım çalışması içerisindeki görev ve sorumluluklarını yerine getirmek için aynı zamanda bireysel olarak takım çalışmasını araştırmalar yoluyla da desteklemesi gerekmektedir. Bununla birlikte öğrencilerin bireysel gelişimlerini de takip edebilmek amacıyla öğrenme modüllerinin geliştirilmesi sırasında bireysel çalışma fırsatlarının da verilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür. Bu nedenle geliştirilen modüller içerisinde yer alan etkinliklerin bir kısmının bireysel çalışmayı, bir kısmının da takım çalışması için fırsatlar yaratmasının uygun olacağına uzman görüşleri doğrultusunda karar verilmiştir.

Bütünleşik STEM eğitimi uygulamaları sırasında öğrencilerin *bilgi kaynaklarına serbest erişim* imkanına sahip olması disiplinlerin sınırlarını da aşan bilgi kaynaklarına ulaşabilmesini sağlar. Alanyazında spontane araştırma ve önceden planlanmış araştırmalar için öğrencilerin araştırma yapabilmesine olanak tanıyan öğrenme ortamının düzenlenmesi önerilmektedir (Morrison ve diğ., 2016; Stohlmann ve diğ., 2012). Bununla birlikte eşitirel düşünme becerileri içerisinde yer alan bilgi kaynaklarının güvenilirliğinin sorgulanmasına (Swartz ve diğ., 2008) yönelik öğrencilerin becerilerinin geliştirilmesi için fırsatlar yaratacağı söylenebilir.

Alanyazında öğrenme ortamlarının inovasyon ve icat merkezi laboratuvar ve mühendislik uygulamalarının bir arada yürütülmesini sağlayan (Morrison, 2016) özelliklerin yanında STEM yazılımları, bilgisayar ya da diz üstü bilgisayarların bulunması gerektiği vurgulanmaktadır (Morrison 2016; Stohlman ve diğ., 2012). Ayrıca takım çalışması için masalar ve yeterli depolama alanının da olması gerekir (Stohlman ve diğ., 2012). Yapılan bu çalışmada okulun bu alanda sahip olduğu imkanlar oldukça yetersizdi. Ancak sıraların birleştirilmesiyle takımların çalışmasına olanak sağlanmış olup diz üstü bilgisayarlar öğretmen tarafından temin edilerek öğrencilerin araştırma yapması için sağlanmıştır. Ayrıca okulun bir laboratuvarının olmaması nedeniyle de yapılan mini deneyler sırasında gerekli materyal öğretmen tarafından sınıfa taşınmıştır. Her ne kadar bu öğretmen için bir zorluk olsa da birçok engel mevcut duruma göre aşılabilmektedir. Dolayısıyla bütünleşik STEM eğitimi uygulamalarının mevcut sınıflarda yapılmasının zorlayıcı olmasına rağmen yapılabileceği söylenebilir. Bu nedenle *ihtiyaçlara yönelik öğrenme ortamının* STEM uygulaması geliştirilirken göz önünde bulundurulması gerekir.

Bütünleşik STEM eğitimi ile ilgili alanyazından elde edilen bulgularda sıklıkla uygulamaların otantik gerçek yaşam bağlamıyla uyumlu olması vurgulanmıştır (Burrows ve diğ., 2018; Guzey ve diğ., 2016; Honey ve diğ., 2014; Meyrick, 2011; Moore ve diğ.,

2016; NRC, 2012). Dolayısıyla *otantik/gerçek yaşam bağlamıyla uyumlu etkinlikler* bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri içerisinde yer almasının öğrenme modüllerinin tasarımı için yol göstereceği söylenebilir.

Alanyazından elde edilen bulguların neredeyse tamamında öğrenci merkezli strateji ve yöntemlere atıf yapılmıştır. Proje tabanlı (Capraro ve diğ., 2013; Çorlu, 2017; Louis ve diğ., 2017; Yıldırım, 2018, Vasquez ve diğ., 2013), probleme dayalı (Guzey ve diğ., 2016; Louis ve diğ., Moore ve diğ., 2016; Vasquez ve diğ., 2013), tasarım tabanlı (Guzey ve diğ., 2016; Louis ve diğ., 2017; Wendell ve diğ., 2010) ve teknoloji-mühendislik tabanlı (Johnson, 2013) gibi işbililiğine dayalı yaklaşımlara vurgu yapılmaktadır. Bu noktada uzman görüşleri de alınarak mevcut fen bilimleri dersi ünitelerinin bütünleşik STEM ünitesine dönüştürülmesi için mühendislik tabanlı STEM eğitime yönelik yaklaşımın uygun olacağı düşünülmüştür. MEB (2018a) fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan mühendislik uygulamaları ile mühendisliğin doğası gereği disiplinleri bütünleştirmedeki doğal rolü nedeniyle bu yaklaşım benimsenmiştir.

Alanyazında STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesine yönelik olarak içerik entegrasyonu ve bağlam entegrasyonu (Moore ve diğ., 2014; Bryan ve diğ., 2015) ile nihai hedef olarak belirlenen anlamlı içerik entegrasyonu (Bryan ve diğ., 2015) vurgulanmaktadır. Bu çalışmada STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesi için mühendisliğin bir bağlam olarak kullanıldığı ve diğer disiplinlerden gelen içeriğin mühendislik tarafından bütünleştirilmesi *anlamlı içerik entegrasyonu* ile sağlanması uzman görüşleri de alınarak uygun olacağı düşünülmüştür. Bu çalışmada STEM *öğrenme ortaklıkları* okuldaki STEM uygulamalarını okul duvarları dışına taşımak ya da STEM alanında çalışan uzmanların okula davet edilmesiyle ortak yürütülen faaliyetler için kullanılmaktadır. Alanyazında STEM ortaklıklarının öğrencilerin motivasyonlarını artırdığı ve daha iyi öğrenme çıktıları sağladığı vurgulanmıştır (Ayar, 2015; Brown, Brown, Reardon ve Merrill, 2011; Lynch ve diğ., 2017; NRC, 2011).

4.1.2. Pilot Uygulamadan Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

Bu araştırma kapsamında geliştirilen canlılar dünyası biyomimikri tasarım görevi öğrenme modülü 1 Ekim - 27 Ekim 2019 tarihleri arasında araştırmanın çalışma grubu dışındaki bir başka sınıfta uygulanmıştır. Pilot uygulamanın amacı öğrenme modülü için ayrılan sürenin yeterli olup olmadığı, kullanılan araç gereç ve materyalin ihtiyacı karşılayıp karşılamadığının belirlenmesiydi. Pilot uygulamaya katılan öğrencilerle yapılan araştırmacı tarafından tutulan alan notları ve öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen bulgulara

göre; öğrenciler mühendislik kavramları (kriter kısıtlama, model, tasarım, mühendislik süreci döngüsü) ve modüllerin nasıl kullanılacağına ilişkin zorluk yaşamışlardır. Bu nedenle asıl uygulama öncesinde öğrencilere bu konuda ayrı bir eğitim yapılmasının uygun olacağı düşünülmüştür. Bu doğrultuda çalışmanın uygulama aşamasına geçilmeden çalışma grubu öğrencileri için iki ders saati eğitim verilmiştir.

4.2. Araştırmanın Prototip Oluşturma Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın prototip oluşturma aşamasında biyomimikri tasarım görevi, şeker çantası tasarım görevi ve yelkenli triatlonu yarışması tasarım görevi olmak üzere üç öğrenme modülünün uygulanması sırasında ve modüllerin uygulanması sonunda elde edilen bulgular sırasıyla bu bölümde sunulmuştur.

4.2.1. Biyomimikri Tasarım Görevi Öğrenme Modülünden Elde Edilen Bulgular

Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan, uygulanan ve değerlendirilen canlılar dünyası ünitesi biyomimikri tasarım görevi öğrenme modülüne ilişkin olarak mühendislik tasarımı rubriği, CDED-Testi ve öğrenci yansımalarından elde edilen bulgular sırasıyla sunulmuştur.

4.2.1.1. Biyomimikri tasarım görevi mühendislik tasarımı rubriğinden elde edilen bulgular. Araştırmanın ikinci alt problemi: ‘Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan biyomimikri öğrenme modülü öğrencilerin tasarım süreci becerilerini nasıl etkiler?’ sorusuna cevap aranmıştır. Bu amaçla geliştirilen Biyomimikri Tasarım Görevi Rubriği (Ek-3) ile araştırmaya katılan öğrencilerden oluşan 6 takım için öğrenci öğrenme modüllerinin değerlendirilmesi sonucunda elde edilen veriler Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. *Biyomimikri Tasarım Görevi Rubriğinden Elde Edilen Veriler*

Mühendislik Tasarım Süreci	Değerlendirme Kriterleri	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Toplam Puan
Problemin ya da İhtiyacın Tanımlanması	İhtiyaç/problem tanımlanmamış. Kriterler ve kısıtlamalar tanımlanmamış.	2	1	2	2	3	2	19
Problemin ya da İhtiyacın Araştırılması	İhtiyaç/problemin çözümüne yönelik gereksinim duyulan bilgi belirlenmemiş. Elde edilen bilginin insanların ihtiyacını/problemlerini çözmek için nasıl kullanılacağı belirlenmemiş.	1	1	2	2	1	1	16

(devamı arkadadır)

Tablo 4.1. *Biyomimikri Tasarım Görevi Rubriğinden Elde Edilen Veriler (devamı)*

Mühendislik Tasarım Süreci	Değerlendirme Kriterleri	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Toplam Puan
Olası Çözüm Önerilerinin Geliştirilmesi	İhtiyaç/ problemin giderilmesine yönelik çözüm önerisi sunulmamış. Çözüm önerisine yönelik taslak çizilmemiş.	1	1	3	2	1	3	24
En İyi Çözüm Önerisinin Seçilmesi	Çözüm önerilerinin olumlu ve olumsuz yönleri tanımlanmamış. Seçilen çözümün kriterleri ve kısıtlamaları karşılayıp karşılamadığı açıklanmamış.	1	1	2	2	2	3	21
Prototip Oluşturulması	Çözüm önerisine yönelik bir model / prototip oluşturulmamış. Model/ prototip için kriter ve kısıtlamaları karşılayan malzeme kullanılmamış.	2	2	3	3	2	3	32
Çözümün Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi	Model/ prototipin ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği test edilmemiş. Test sonuçlarına ilişkin veriler bilimsel bir dil kullanılarak açıklanmamış.	1	2	3	3	2	3	26
Çözümün Paylaşılması	Tasarımların ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği açıklanmamış. Canlı/canlılara ait yapı/yapılar ve bu yapıların fonksiyonlarından ne şekilde yararlandığı belirtilmemiş.	2	2	3	2	2	3	27
Yeniden Tasarım	Tasarım için gerekli iyileştirmeler tanımlanmamış. Çözümlerin test edilmesi ve paylaşılması sonucunda elde edilen veriler ve geri bildirimler doğrultusunda tasarımlar iyileştirilmemiş.	2	2	3	2	2	2	24
Toplam Puan	...../48	23	26	40	33	29	38	

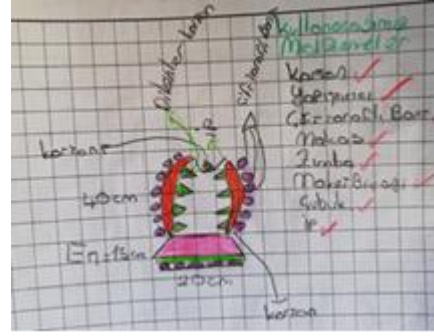
Not: T: Takım

Tablo 4.1'e göre 48 puan üzerinden en fazla puanı sırasıyla Takım 3 (40 puan), Takım 6 (38 puan), Takım 4 (33 puan), Takım 5 (29) puan ve Takım 1 (23 puan) almıştır. Takımların mühendislik tasarım süreci sürecinin basamaklarından aldıkları puanların toplanması sonucunda öğrenciler problemin ya da ihtiyacın tanımlanması basamağından 19 puan, problemin ya da ihtiyacın araştırılması 16 puan, olası çözümlerin geliştirilmesi 24 puan, en iyi çözüm önerisinin seçilmesi 36 puan, çözümün paylaşılması 27 puan ve yeniden tasarım basamağından ise 24 puan almışlardır. Öğrenciler en düşük puanları problemin ya da ihtiyacın araştırılması ve problemin ya da ihtiyacın tanımlanması basamaklarından almışlardır. Bunun nedeni ilk kez karşılaştıkları mühendislik terimlerine karşı alışık olmamaları, kriter ve kısıtlamaların birbirine karıştırılmış olmasından kaynaklanabilir. Bununla birlikte bilimsel öğrencilerin ne tür bilgiyi araştırarak bu bilgileri mühendislik tasarımında ne şekilde kullanmaları gerektiği de onlar için alışılmadık bir durumdur. Ayrıca çözüm öneri geliştirmek ve en uygun çözümün seçilmesi için

öğrencilerin analitik düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme gibi düşünme becerilerine sahip olması gerekir. Dolayısıyla bu durumun nedeni öğrencilerin bu beceriler için yeterli düzeyde olmayışlarıyla açıklanabilir. Öğrencilerin biyomimikri tasarım görevindeki örnek çalışmalra Şekil 4.1., Şekil 4.2, Şekil 4.3. ve Şekil 4.4'de verilmiştir.



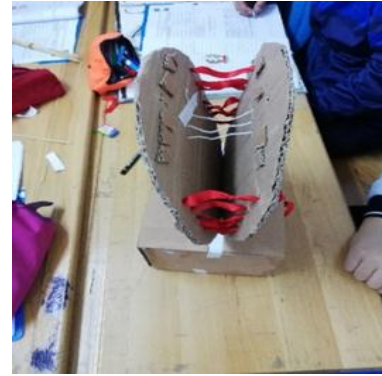
Şekil 4.1. Çevrimiçi hayali canlı tasarımı



Şekil 4.2. Tasarım görevi taslak çizim



Şekil 4.3. Tasarım görevi model/prototip oluşturma



Şekil 4.4. Model/prototip

4.2.1.2. CDED-Testi ön-test son-test puanlarından elde edilen bulgular.

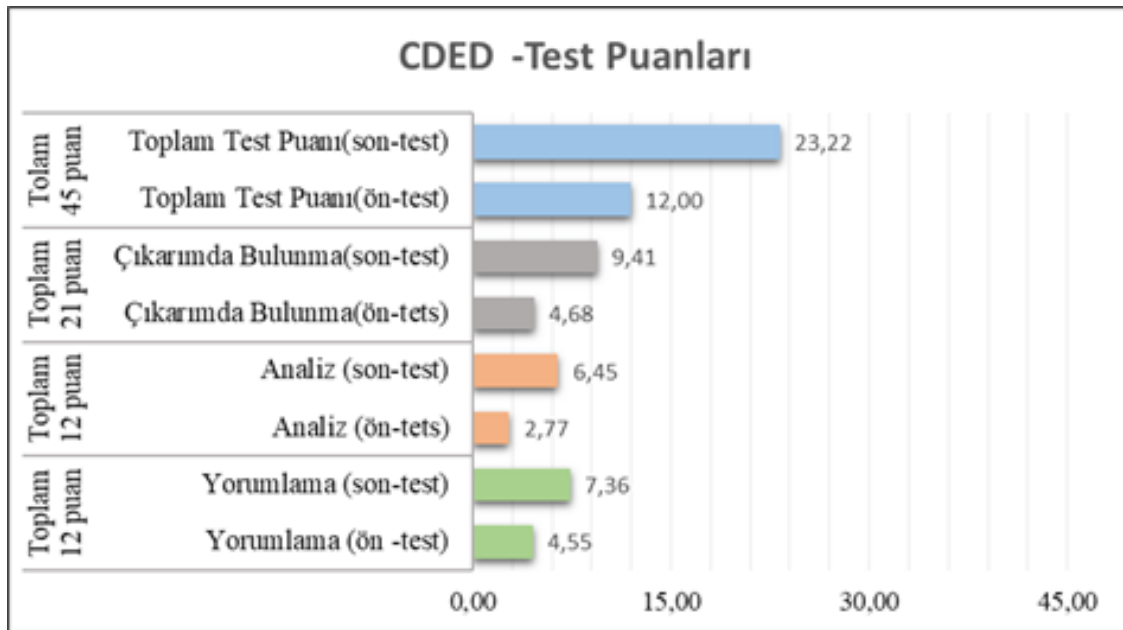
Araştırmanın üçüncü alt problemi olan ‘STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan biyomimikri tasarım görevi öğrenme modülüne katılım öncesi ve sonrasında öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri başarı testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan biyomimikri tasarım görevi öğrenme modülü öğrencilerin CDED-Testinden aldıkları puanları farklılaştırmakta mıdır?’ sorusuna yanıt vermek için öncelikle CDED-Testi ön-test ve son-test puanlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ait veriler Tablo 4.2’de sunulmuştur.

Tablo 4.2. CDED-Testi Tanımlayıcı İstatistikler

Test	n	Min	Max	\bar{x}	ss	Shapiro-Wilks		Çarpıklık	Basıklık
						İstatistik	p		
Ön Test	22	2	31	12.00	6.65	.958	.143	1.024	1.753
Son Test	22	3	39	22.68	9.83	.917	.640	-.303	-.427

Tablo 4.2'ye göre CDED-Testinden elde edilen ön-test puanları ortalaması 12.00, son-test puan ortalaması ise 22.68'dir. Elde edilen puanların normal dağılım gösterip göstermediğine ilişkin olarak Shapiro-Wilks testi uygulanmış, ön-test $p=.143$ ve son-test değeri $p=.640$ olarak bulunmuştur. Bu durum her ne kadar ölçüm sonuçlarının normal olarak dağıldığını gösterse örneklem büyüklüğü 30'un altında olduğu için ön-test son-test puanlarının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için parametrik olmayan Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır.

Öğrencilerin ön-test son-test ölçümlerinden aldıkları puan ortalamaları karşılaştırılmış (Şekil 4.5), elde edilen verilerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları analiz edilmiştir (Tablo 4.3).



Şekil 4.5. CDED-Testi ön test son test ortalama başarı puanları

Şekil 4.5'e göre eleştirel düşünme becerileri ön- test son- test ortalama puanları sırasıyla yorumlama için 4.55 puandan 7.36 puana; analiz için 2.77 puandan 6.45 puana; çıkarımda bulunma becerisi için 4.68 puandan 9.41 puana ve eleştirel düşünme toplam puan ortalaması ise 12 puandan 22.68 puana yükselmiştir. Elde edilen bu verilerin

istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının belirlenmesi için Wilcoxon işaret sıralamaları testi yapılmış, elde edilen analiz sonuçları Tablo 4.3’de sunulmuştur.

Tablo 4.3. *CDED-Testi Ön Test Son Test Puanları Arasındaki Farka İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları*

Test	Sıralar	<i>n</i>	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	Z	P
CDED-Testi	Negatif Sıralar	1	1.00	1.00	-3.982	.000
	Pozitif Sıralar	20	11.50	230.00		
	Eşit	1				
	Toplam	22				

Tablo 4.3 incelendiğinde, Canlılar Dünyası ünitesi eleştirel düşünme becerileri testinden aldıkları ön-test ve son- test puanları arasında son test lehine istatistiksel düzeyde ($Z=-3,982$ ve $p=.00<.05$) anlamlı bir fark bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımı ile tasarlanan ve uygulanan canlılar dünyası ünitesi biyomimikri tasarım görevi modülü uygulamaları öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini olumlu yönde geliştirmiştir denilebilir.

STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan ve uygulanan canlılar dünyası ünitesinin eleştirel düşünme becerilerinin alt unsurlarından yorumlama, analiz ve çıkarımda bulunma becerileri puanlarının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını araştırmak amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır. Elde edilen veriler Tablo 4.4’de sunulmuştur.

Tablo 4.4. *CDED-Testi Alt Düşünme Becerileri Ön Test Son Test Puanları Arasındaki Farka İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları*

Eleştirel Düşünme Becerileri	Sıralar	<i>N</i>	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	Z	P
Yorumlama	Negatif Sıralar	3	3.67	11.00	-3.271	.001
	Pozitif Sıralar	15	10.67	160.00		
	Eşit	4				
	Toplam	22				
Analiz	Negatif Sıralar	4	4.00	16.00	-3.598	.000
	Pozitif Sıralar	18	13.17	237.00		
	Eşit	0				
	Toplam	22				
Çıkarımda Bulunma	Negatif Sıralar	1	5.50	5.50	-3.940	.000
	Pozitif Sıralar	21	11.79	247.50		
	Eşit	0				
	Toplam	22				

Tablo 4.4’e göre öğrencilerin CDED-Testinde yorumlama, analiz ve çıkarımda bulunma olmak üzere eleştirel düşünme alt becerilerinde yer alan maddelerden aldıkları ön-test son-test puanları, yorumlama ($Z=-3.271$ ve $p=.00<.05$), analiz ($Z=-3,598$ ve

$p=.00<.05$) ve çıkarımda bulunma becerisi ($Z=-3,940$ ve $p=.00<.05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

CDED-Testinden elde edilen sonuçlar bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkelerinde vurgulanan eleştirel düşünme becerilerinin gelişimini desteklediği söylenebilir. Bununla birlikte biyomimikri öğrenme modülünde eleştirel düşünme becerilerinin gelişimine yönelik tasarlanan aktivitelerinde bu amaçla kullanılabileceği ifade edilebilir.

4.2.1.3. Biyomimikri tasarım görevi öğrenci yansımalarından elde edilen bulgular. Araştırmanın altıncı alt problemi “Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan biyomimikri öğrenme modülü öğrencilerin öğrenme deneyimlerini nasıl etkiler?” sorusuna yanıt aramak için öğrenme modülünde sunulan (Ek-3) yansıtıcı değerlendirme soruları ile toplanan veriler betimsel analiz yöntemi ile çözümlenmiştir. Öğrenci yansımalarında yer alan her bir soru ve soruya ilişkin analiz sonuçları aşağıda sunulmuştur.

“Model/prototipinizi tasarlarken ne tür zorluklarla karşılaştınız?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar betimsel analiz yöntemi ile incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler Tablo 4.5’de sunulmuştur.

Tablo 4.5. *Model/Prototip Yapımında Öğrencilerin Karşılaştıkları Zorluklar*

Kodlar	Frekans (f)	Tema	Frekans (f)
K1: Grupla çalışmadık	2	Takım çalışması	4
K2: Tartışma yaşadık	2		
K3: Karar veremedik	4	Karar verme	7
K4: Çözüm önerisi seçerken zorlandık	3		
K5: Model/prototip yapımında zorlandık	11	Model/prototip yapımı	11

Tablo 4.5’e göre öğrenciler en çok model/prototip yapımında zorlandıklarını ($n=11$) ifade etmişlerdir. Öğrenciler sırasıyla karar verme ($n=7$) ve takım çalışması ($n=4$) sırasında zorluk yaşamışlardır. Karşılaşılan zorluklara ilişkin olarak öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler doğrultusunda model prototip yapımı sırasında yaşanan zorluklara ilişkin olarak T6.Ö4 “tasarımımızın içerisindeki mekanizmada hangi malzemeyi kullanacağımızı seçmekte zorlandık” şeklinde ifade etmiştir. Takım içerisinde yaşanan zorluklara ilişkin olarak; T1.Ö6 “Her bir tasarım çözümü çok iyi olduğu için en iyi çözümü seçerken çok fazla zorluk yaşadık” olarak belirtmiştir. T2.Ö2 ise takım çalışmasında karşılaştıkları sorunların nedenini “Çünkü aklımızda birçok fikir var. Hangisine başvurmalıyız? Hangisi daha güzel? Hangisi iyi

çalışıyor? Bu yüzden grupta biraz karışıklık yaşadık” şeklinde ifade etmiştir. Öğrencilerin model prototip yapımında zorlanmaları geçmiş öğrenme deneyimleri sırasında bu tür çalışmalara katılmamalarının yanında esneklik ve iş birliği becerilerin yeterince gelişmemesi ile açıklanabilir.

Bu noktada elde edilen veriler bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkelerinin geliştirilmesi açısından da önem taşımaktadır. Öğrencilerin takım çalışmasında ve karar vermede yaşadıkları zorluklar bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkeleri içerisinde vurgulanarak geliştirilen modüller üzerinde bu yönde revizyon yapılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

“Model/prototipinizi tasarlarken karşılaştığınız sorunların üstesinden nasıl geldiniz?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler üç tema altında toplanmış, elde edilen bulgular Tablo 4.6’da sunulmuştur.

Tablo 4.6. *Model/Prototip Yapımında Öğrencilerin Karşılaştıkları Zorlukları Çözüm Yolları*

Kodlar	Frekans (f)	Tema	Frekans (f)
K1: Çözüm Ürettik	1	Yeni Çözüm/Fikir Üretme	4
K2: Fikir Bulduk	1		
K3: Herkesin Fikrini Aldık	2		
K4: Konuşarak Anlaştık	2	Takım Çalışması ve İş birliği	7
K5: Birlik Olarak	1		
K6: Yardımlaşarak	3		
K7: Takım Çalışması	1		
K8: Kullandığımız Malzemeyi Değiştirdik	1	Kriterler Doğrultusunda İyileştirmeler	3
K9: Deneyerek	1		
K10: Kriterleri Kullanarak	1		

Tablo 4.6’ya göre çalışmaya katılan öğrenciler karşılaştıkları sorunların üstesinden en fazla (n=7) takım çalışması ve iş birliği yaparak geldiklerini ifade etmişlerdir. Sırasıyla yeni çözüm önerisi üreterek (n=4) ve kriterlere doğrultusunda iyileştirmeler yaparak (n=3) yaşadıkları sorunları çözdüklerini belirtmişlerdir.

Yaşanan sorunların çözümüne ilişkin olarak yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilere göre; T3.Ö3 yaşanan soruna ilişkin “Grubumuzdaki iki arkadaş ilk başta iyi çalışmadı. Başka bir gruptaymış gibi çalışıyorlardı. Bu beni kızdırdı. İyi çalışamadık. Ama onlarla bir anlaşma yaptık. Anlaşmadan sonra birlikte daha çok çalıştık” dedi. Ayrıca T4.Ö1 yaşanan sorunları nasıl çözdüklerini “En iyi çözümü seçerken sorun

yaşadık. En iyi çözümü seçmek için ölçütleri ve kısıtlamaları kullandık” şeklinde ifade etmiştir. Öğrenciler yaşadıkları zorlukların üstesinden takım çalışması ve iş birliği ile geldiklerini belirtmeleri takım içerisinde ortak bir karar vermek için bir arada takım üyelerinin görüşlerini değerlendirmeleri ile mümkün olmuş olabilir. Özellikle bu nokta ilginç bir şekilde öğrencilerin bir önceki aşamada takım çalışmasında zorluk yaşadıklarını belirtmelerine rağmen bu sorunları yine takım çalışmasıyla çözmeleri iş birliğine ilişkin becerilerinin gelişmesine fırsat verdiği söylenebilir. Ayrıca yeni çözüm üretmeleri, kriter ve kısıtlamaları kullanarak zorluklarla başa çıkmaları mühendislik tasarım süreci doğrultusunda çalıştıkları anlamına gelebilir. Bu bölümden elde edilen bulgular bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkelerini desteklemektedir.

Öğrencilerin “Çalışmada neler öğrendiniz?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler altı tema altında toplanmış, elde edilen bulgular Tablo 4.7’de sunulmuştur.

Tablo 4.7. Öğrencilerin Çalışmada Öğrendikleri

Kodlar	Frekans (f)	Tema	Frekans (f)
K1: Canlı Türleri ve Özellikleri	1	İçerik Bilgisi/Bilimsel Bilgi	12
K2: Biyomimikri	1		
K3: Yapı ve Fonksiyon	9		
K4: Canlıları Sınıflandırma	1		
K5: Mühendislik ve Mühendislerin Nasıl Çalıştıkları	6	Mühendislik Becerileri ve STEM Kariyer Bilinci	7
K6: Girişimcilik	1		
K7: Tasarımdaki Yanlışı Bulmak	1	Tasarım Becerileri	4
K8: Tasarım/Model Yapmak	3		
K9: Karar Vermek	1	Karar Verme Becerileri	1
K10: Grup Olmak	1	Takım Çalışması Becerileri	6
K11: Grupla Anlaşmak	2		
K12: Birlikte Çalışmak	3		
K13: Bilim İnsanlarının Çalışmaları	2	Bilim İnsanlarının Çalışmaları	2
K10: Bilimsel Araştırma Yapmak	3	Bilimsel Araştırma Becerileri	3

Tablo 4.7’ye göre öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin çalışmada öğrendikleri içerik bilgisi/bilimsel bilgi (n=12), mühendislik becerileri/STEM kariyer bilinci (n=7), takım çalışmasına yönelik becerileri (n=6), tasarım becerileri (n=4), bilimsel araştırma becerileri (n=3), bilim insanların çalışmalarına ilişkin bilgi (n=2) ve karar verme becerilerinin öğrenildiğini (n=1) belirtmişlerdir. Yarı yapılandırılmış görüşme sorularından elde edilen veriler incelendiğinde; T2.Ö2: çalışmada öğrendiklerini “Biyomimikri ve biyomimikri uzmanlarının diğer alanlarda nasıl çalıştıklarını, en önemlisi

de beraber karar almayı ve birlikte çalışmayı öğrendik”; T2.Ö 3 ise “Proje yapmanın eğlenceli olduğunu”; T2.Ö1: “Birlikte nasıl karar verebileceğimizi ve birlikte çalışabileceğimizi öğrendik”; T1.Ö2: “Canlıların türlerini, mühendislik ve girişimciliği öğrendik” şekliye ifade etmişlerdir. Öğrencilerin içerik bilgisi/bilimsel bilgiyi öğrendiklerini ifade etmelerinin yanında mühendislik becerileri ve STEM mesleklerine ilişkin olarak öğrenmelerinin arttığını belirtmeleri tasarlanan ve uygulanan modülün hem bilimsel bilgi hem de mühendislik tasarım becerilerine yönelik öğrenmeyi geliştirdiği şeklinde yorumlanabilir. Öğrencilerin tasarımlarında yaptıkları yanlış bulduklarını belirtmeleri bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkelerinde belirtilen başarısızlıktan öğrenme ilkesiyle ilişkilidir. Dolayısıyla geliştirilen öğrenme modülünün başarısızlıktan öğrenmeye fırsat verdiği söylenebilir. Bununla birlikte bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkeleri içerisinde yer alan bilimsel bilgi ve bilimsel sorgulamaya yönelik öğrenci görüşlerine rastlanması da bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkeleri doğrultusunda geliştirilen modülün bu ilkeyi de içerdiği ifade edilebilir. Ayrıca yapılan uygulamanın takım çalışması ve iş birliği, bilimsel araştırma ve sorgulama becerilerine katkı sunduğu söylenebilir.

Öğrencilerin “Çalışmada neleri sevdiniz?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler dört tema altında toplanmış, elde edilen bulgular Tablo 4.8’de sunulmuştur.

Tablo 4.8. Öğrencilerin Çalışmada Sevdikleri

Kodlar	Frekans (f)	Tema	Frekans (f)
K1: Tasarım görevi	3	Tasarım Görevi ve Model/Prototip Yapımı	6
K2: Model yapmak	3		
K3: Birlikte çalışmak	1	Takım Çalışması	3
K4: Takım çalışması	2		
K4: Canlıların sınıflandırılması	1	Çalışmanın İçeriği	6
K5: Hayvanlar	5		
K6: Her şeyi sevdim	17	Çalışmanın Tamamı	17

Tablo 4.8’e göre sırasıyla öğrencilerin verdikleri cevaplara göre öğrenciler çalışmanın tamamını (n=17), tasarım görevi ve model/prototip yapımını (n=6), çalışmanın içeriğini (n=6) ve takım çalışmasını (n=3) sevdikleri tespit edilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşme sorularından elde edilen bulgular incelendiğinde; T3.Ö2 “Tasarım görevi fikri çok güzeldi. Hayatı getirmek için bizi çok mutlu etti”; T1Ö3 “Çok zorlanmama rağmen tasarım görevini çok sevdim”; T5.Ö2 “Her şeyi sevdim. İlk

zaman alışması zor olduğu için ilk sorularda zorlandım” T3.Ö1“Bu etkinlik hem eğlenceli hem de öğretici” şekliyle ifade etmişlerdir. Öğrencilerin uygulamaları genel olarak sevdiği çalışmanın içeriği, takım çalışması ve tasarım görevinden hoşlandıkları söylenebilir. Öğrencilerin tasarım görevindeki örnek çalışmaları Şekil 4.6. ve Şekil 4.7.’de sunulmuştur.



Şekil 4.6. Canlıların sınıflandırılması etkinliği



Şekil 4.7. Canlıların yapı ve fonksiyonlarına ilişkin araştırma

Öğrencilerin “Çalışmada neleri sevmediniz?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler dört tema altında toplanmış, elde edilen bulgular Tablo 4.9’da sunulmuştur.

Tablo 4.9. Öğrencilerin Çalışmada Neleri Sevmedikleri

Kodlar	Frekans (f)	Tema	Frekans (f)
K1: Sevmediğim bir şey yok	13	Sevilmeyen Bölüm Yok	13
K2: Çizim yapmak	1	Tasarım Görevindeki Zorluklar	2
K3: Bazı çalışma sayfalarının zor olması	1	Takım İçindeki Anlaşmazlıklar	1
K4: Grubumla tartışmak	1	Kararsızlık	1
K5: Kararsız kalmak	1		

Tablo 4.9’a göre öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde; etkinlikte sevilmeyen bölüm olmadığını (n=13), tasarım görevindeki zorlukları (n=2), takım içerisinde yaşadıkları anlaşmazlıkları (n=1) ve kararsızlık yaşamayı (n=1) sevmediklerini belirtmişlerdir. Uygulamada genel olarak sevilmeyen bölüm olmadığını yönelik açıklama olsa da az sayıdaki öğrenci tasarım görevindeki zorluklar, takım içindeki anlaşmazlıklar ve

kararsız kalmayı sevmediğini belirtmiştir. Bunun nedeni uygulamanın bazı öğrenciler için zorlayıcı olması ve takım içerisindeki anlaşmazlıklardan kaynaklanıyor olabilir. Bununla birlikte öğretmenin alan notlarından çalışma sırasında birkaç öğrencinin yazı yazmaktan yakındıkları belirlenmiştir. Bu doğrultuda geliştirilen modülde bulunan senaryoya ilişkin olarak verilen cevapların numara ile ifade edilmesi sağlanmıştır.

Öğrencilerin “Çalışmada neleri değiştirmek istersiniz?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler üç tema altında toplanmış, elde edilen bulgular Tablo 4.10’da sunulmuştur

Tablo 4.10. Öğrencilerin Çalışmada Değiştirilmek İstedikleri

Kodlar	Frekans (f)	Tema	Frekans (f)
K1: Tasarım görevi	2	Tasarım Görevindeki Zorluklar	3
K2: Yazı yazmayı	1		
K3: Grubumu	2	Takım Üyeleri	2
K4: Hiçbir şey	15	Hiçbir Şey	15

Tablo 4.10 incelendiğinde öğrencilerin çalışmada hiçbir şey değiştirmek istemediğini (n=15), tasarım görevindeki zorlukları değiştirmek istediklerini (n=3) ve takım içerisinde yaşadıkları anlaşmazlıklardan dolayı takım üyelerini değiştirmek istediklerini (n=2) belirtmişlerdir. Öğrenciler genel olarak çalışmada hiçbir şeyi değiştirmek istememekle birlikte bazı öğrenciler tasarım görevi zorlukları ve takım arkadaşlarını değiştirmek istediklerini belirtmişlerdir. Bunun nedeni tasarım görevi bazı öğrenciler için zorlayıcı olması ile birlikte takım içerisindeki anlaşmazlıklar olabilir.

4.2.2. Şeker Çantası Tasarım Görevi Öğrenme Modülünden Elde Edilen Bulgular

STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan, uygulanan ve değerlendirilen kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesi, şeker çantası öğrenme modülüne ilişkin olarak elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.2.2.1. Şeker çantası tasarım görevi mühendislik tasarımı rubriğinden elde edilen bulgular. Bu bölümde ‘Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan şeker çantası tasarım görevi öğrenme modülü öğrencilerin mühendislik tasarım süreci becerilerini nasıl etkiler?’ şeklinde ifade edilen araştırmanın ikinci alt problemine cevap aranmıştır. Bu amaçla geliştirilen Şeker Çantası Tasarım Görevi Rubriği (Ek-4) ile 6 takım

için öğrenme modüllerinin değerlendirilmesi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.11’de sunulmuştur.

Tablo 4.11. *Şeker Çantası Tasarım Görevi Rubriğinden Elde Edilen Veriler*

Mühendislik Tasarım Süreci	Değerlendirme Kriterleri	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Toplam Puan
Problemin ya da İhtiyacın Tanımlanması	İhtiyaç/problemin tanımlanması	2	2	2	1	2	2	23
	Kriterler ve kısıtlamaların tanımlanması	2	2	2	2	2	2	
Problemin ya da İhtiyacın Araştırılması	İhtiyaç/problemin çözümüne yönelik gereksinim duyulan bilginin belirlenmesi	1	1	2	1	2	2	19
	Elde edilen bilginin insanların ihtiyacını/problemlerini çözmek için nasıl kullanılacağına belirlenmesi	1	1	2	2	2	2	
Olası Çözüm Önerilerinin Geliştirilmesi	İhtiyaç/ problemin giderilmesine yönelik çözüm önerisinin sunulması	2	2	3	2	3	3	31
	Çözüm önerisine yönelik taslak çizim	3	2	3	3	2	3	
En İyi Çözüm Önerisinin Seçilmesi	Çözüm önerilerinin olumlu ve olumsuz yönlerinin tanımlanması	2	2	2	2	2	2	25
	Seçilen çözümün kriterleri ve kısıtlamaları karşılayıp karşılamadığının açıklanması	1	2	3	2	3	2	
Prototip Oluşturulması	Çözüm önerisine yönelik bir model / prototip oluşturulması	3	3	3	3	3	3	35
	Model/ prototip için kriter ve kısıtlamaları karşılayan malzeme kullanımı	2	3	3	3	3	3	
Çözümün Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi	Model/ prototipin ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceğinin test edilmesi	3	3	3	3	3	3	30
	Test sonuçlarına ilişkin verilerin bilimsel bir dil kullanılarak açıklanması	1	2	3	2	2	2	
Çözümün Paylaşılması	Tasarımlarının ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceğinin açıklanması	1	2	3	3	2	3	29
	Tasarımları için kullanılan bilimsel bilgiyi mühendislik tasarımında nasıl kullanıldığının etkili şekilde sunulması	2	2	3	2	3	3	
Yeniden Tasarım	Tasarım için gerekli iyileştirmelerin yapılması	1	2	3	2	2	2	24
	Çözümlerin test edilmesi ve paylaşılması sonucunda elde edilen veriler ve geri bildirimler doğrultusunda tasarımları iyileştirmek için kullanılması.	2	2	2	2	2	2	
Toplam Puan	...../48	30	33	39	35	37	39	

Not: T: Takım

Tablo 4.11 incelendiğinde toplam 48 puan üzerinden en fazla puanı sırasıyla Takım 3 ve 6 (39 puan), Takım 5 (37 puan), Takım 4 (35 puan), Takım 2 (33 puan) ve Takım 1 (30 puan) almıştır. Takımların mühendislik tasarım süreci sürecinin basamaklarından aldıkları puanların toplanması sonucunda öğrenciler problemin ya da ihtiyacın tanımlanması basamağından 23 puan, problemin ya da ihtiyacın araştırılması 19 puan, olası çözümlerin geliştirilmesi 31 puan, en iyi çözüm önerisinin seçilmesi 25 puan, prototip

oluşturulması 35 puan, çözümüm test edilmesi ve değerlendirilmesi 30 puan, çözümün paylaşılması 29 puan ve yeniden tasarım basamağından ise 24 puan almışlardır. Öğrenciler en düşük puanları problemin ya da ihtiyacın araştırılması ve problemin ya da ihtiyacın tanımlanması ve yeniden tasarım basamaklarından almışlardır. Özellikle düşünme becerilerinin en yoğun olarak kullanıldığı bu basamaklarda öğrencilerin düşük puan almasının nedeni bu becerilerin yeterince gelişmiş olmamasından kaynaklanıyor olabilir. Öğrencilerin şeker çantası tasarım görevi mühendislik tasarım görevinden elde ettikleri puanların bir önceki biyomimikri tasarım görevi mühendislik tasarım görevinden aldıkları puanlarla karşılaştırıldığında yeniden tasarım basamağında eşit puan aldıkları diğer basamaklarda ise puanlarını arttırdıkları görülmüştür. Bu bulgu öğrencilerin zaman mühendislik tasarım sürecine ilişkin bilgi ve becerilerinin zaman içerisinde artmasıyla açıklanabilir. Bununla birlikte alan notlarından elde edilen bilgiler öğrencilerin iş birliği ve takımla çalışma becerilerinin arttığı görülmüştür.

4.2.2.2. Şeker çantası öğrenme modülü öğrenci yansımalarından elde edilen bulgular. Araştırmanın altıncı alt problemi “Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan şeker çantası öğrenme modülü öğrencilerin öğrenme deneyimlerini nasıl etkiler?” sorusuna yanıt aramak için öğrenme modülünde sunulan (Ek-4) yansıtıcı değerlendirme soruları ile toplanan veriler betimsel analiz yöntemi ile çözümlenmiştir. Öğrenci yansımalarında yer alan her bir soru ve soruya ilişkin analiz sonuçları aşağıda sunulmuştur.

“Model/prototipinizi tasarlarken ne tür zorluklarla karşılaştınız?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar betimsel analiz yöntemi ile incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler Tablo 4.12’de sunulmuştur.

Tablo 4.12. *Model/Prototip Yapımında Öğrencilerin Karşılaştıkları Zorluklar*

Kodlar	Frekans (f)	Tema	Frekans(f)
K1 Çanta sapını yaparken zorlandık	6	Model/Prototip yapımı	11
K2 Tasarımı yaparken	1		
K3 Kesme, yapıştırma ve katlama	4		
K4 Kullanılacak malzeme seçimi	7	Karar verme	11
K5 Kâğıt seçimi	4		

Tablo 4.12’ye göre öğrencilerin model/prototip yapımında (n=11) ve karar verme sürecinde zorluk yaşadıklarını (n=11) ifade etmişlerdir. Yarı yapılandırılmış

görüşmelerden elde edilen verilerden kullanılacak malzemeye karar verme sırasında yaşanan zorluğa ilişkin T3.Ö1 “Kâğıt seçerken çok zorlandık. Hepsi birbirinden iyiydi. Bu noktada zorlandık. Ben kağıtların çeşitlerini hiç bilmiyordum” olarak ifade edilmiştir. T4.Ö2 “Ben evde ayrı çanta yaptım denemek için. Düz yapıştırdım altı açıldı. Bunun için bile bir mühendislik gerekiyormuş” şeklinde belirtilmiştir. Öğrencilerin model/prototip ve karar verme için yaşadığı zorluklar hem psikomotor becerilerin yeterince gelişmemiş olması ve karar verme aşamasında seçenekler için kriter ve kısıtlamaların kullanılmamasından kaynaklanıyor olabilir.

“Model/prototipinizi tasarlarken karşılaştığınız sorunların üstesinden nasıl geldiniz?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler üç tema altında toplanmış, elde edilen bulgular Tablo 4.13’de sunulmuştur.

Tablo 4.13. *Model/Prototip Yapımında Öğrencilerin Karşılaştıkları Zorlukları Çözüm Yolları*

Kodlar		Frekans (f)	Tema	Frekans(f)
K1	Grupla çalışarak	1	Takım çalışması ve İş Birliği	10
K2	Yardımlaşarak	4		
K3	Grupla iş birliği	2		
K4	Birlikte çalışarak	2		
K5	Görev dağılımı yaparak	1		
K6	Tekrar yapıştırdık	2	Kriterler Doğrultusunda İyileştirmeler	
K7	Yeniden katladık	1		4
K8	Bütçeyi hesapladık	1		
K9	Fikir üretme	1	Yeni Çözüm/Fikir Üretme	2
K10	Beyin fırtınası	1		

Tablo 4.13’e göre öğrenciler en çok takım çalışması ve iş birliği yaparken (n=10) zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Sırasıyla öğrenciler, kriterler doğrultusunda iyileştirmeler yaparken (n=4) ve yeni çözüm y da fikir üretirken (n=2) zorlandıklarını belirtmişlerdir. Öğrenciler takım çalışması ve iş birliği içerisinde, kriter ve kısıtlamaları kullanarak yeni fikirler ürettiklerini belirtmişlerdir. Bu anlamda takım çalışmasının önemini, mühendislik tasarım süreci ve mühendislerin nasıl çalıştıklarına yönelik anlayış geliştirdikleri olarak yorumlanabilir.

Öğrencilerin “Çalışmada neler öğrendiniz?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler beş tema altında toplanmış, elde edilen bulgular Tablo 4.14’da sunulmuştur.

Tablo 4.14. Öğrencilerin Çalışmada Öğrendikleri

Kodlar		Frekans (f)	Tema	Frekans (f)
K1	Kâğıt çeşitleri	3	İçerik Bilgisi/ Bilimsel Bilgi	18
K2	Geri dönüşüm	1		
K3	Kütle	3		
K4	Ağırlık	4		
K5	Kuvvetin etkisi	6		
K6	Newton	1		
K7	Kâğıt Mühendisliği	2	Mühendislik Becerileri ve STEM	5
K8	Mühendislerin nasıl çalıştığı	2			Kariyer Bilinci
K9	Ürün ve Ambalaj Mühendisliği	1	Tasarım Becerileri	11
K10	Prototip	1		
K11	Taslak çizim	1		
K12	Çanta Yapımı	9		

Tablo 4.14 incelendiğinde öğrenciler konuyla ilgili içerik bilgisi/bilimsel bilgi öğrendiklerini (n=18), tasarım becerilerinin geliştiğini (n=11) ve mühendislik beceriler ve mühendislik kariyeri alanında öğrenmelerinin arttığını (n=5) ifade etmişlerdir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilere göre, mühendislerin nasıl çalıştığına yönelik olarak T3.Ö3 “Hocam mesela paket mühendisliğinde şey, paket mühendisleri bir şişenin çizgilerini bile düşünerek yapmışlar. Bastırarak küçülterek onu geri dönüşüme atmalarını sağlamışlar” olarak belirtmiş mühendislik ve bilim insanların çalışmalarına yönelik olarak T5.Ö3 “Bilimsel bilgiyi mühendisler şey mesela kâğıdın mukavemetini ne kadar ağırlık taşıyabileceğini, kâğıdın cinsini böyle bilerek yaptık. Yani çanta tasarlarken onu kullandık.hocam bilim insanları doğayı araştırıyor, mühendisler o bilgiyi kullanarak insanların problemini çözüyor. Bizde dinamometreyi ağırlığı Newton u kullanarak yaptık” olarak ifade etmiştir. Bu noktada geliştirilen modülün STEM kariyer bilinci, STEM disiplinlerine ait öğrenme ve tasarım becerilerini desteklediği söylenebilir. STEM kariyer bilincine ilişkin bir önceki modüle göre daha fazla cevap çalışmaya bir ders saati için katılan kâğıt mühendisliği alanında katılan akademisyen ve tasarımcılardan öğrencilerin etkilenmiş olabileceğidir. Alan notları da bu bulguyu doğrulamaktadır. Alan uzmanlarıyla yapılan etkinlik süresince öğrenciler çalışmaya katılan akademisyen ve tasarımcılara çok fazla soru sormuş ve etkinlik boyunca ilgilerini kaybetmemişlerdir. Bu noktada okulların STEM alanında çalışan uzmanlarla iş birliği yapmasının STEM mesleklerine yönelik öğrencilerin ilgisini arttıracığı söylenebilir. Şekil 4.8’de Orman Endüstri Mühendisliği alanında bir akademisyenin kâğıt üretimi ve kağıdın geri dönüştürülmesine ilişkin olarak öğrencilerle yaptığı çalışma, Şekil 4.9’sa ise öğrencilerin tasarımlarına ilişkin görseller sunulmuştur.



Şekil 4.8. STEM kariyer bilincine yönelik etkinlik



Şekil 4.9. Öğrenci tasarımlarından bir örnek

Öğrencilerin “Çalışmada neleri sevdiniz?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler dört tema altında toplanmış, elde edilen bulgular Tablo 4.15’de sunulmuştur. Öğrenciler içerik/bilimsel bilgiyi öğrendikleri, tasarım becerileri ve mühendislik becerileri ve STEM kariyer bilincine yönelik öğrenmelerinin geliştiğini ifade etmişlerdir. Elde edilen bulgular, tasarlanan ve uygulanan öğrenme modülünün bu anlamda etkili olduğu ile açıklanabilir.

Tablo 4.15. Öğrencilerin Çalışmada Sevdikleri

Kodlar	Frekans (f)	Tema	Frekans (f)
K1 Grupla çalışma	3	Takım Çalışması	7
K2 Birlik içerisinde çalışma	3		
K3 Arkadaşlarımla çalışmayı	1		
K4 Yaptığımız ürünü	1	Tasarım Görevi ve Model/Prototip Yapımı	13
K4 Logo tasarımı	2		
K5 Tasarım görevi	1		
K6 Tasarım yapmayı	2		
K7 Çanta tasarlamayı	7		
K8 Her şey	2	Çalışmanın Tamamı	2

Tablo 4.15’e göre öğrencilerin verdikleri cevaplara göre en çok tasarım görevi ve prototip yapımını (n=13) sevdiklerini belirtmişlerdir. Öğrenciler sırasıyla takım çalışmasını (n=7) ve çalışmanın tamamını sevdiklerini (n=2) ifade etmişlerdir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler incelendiğinde tasarım görevine ilişkin olarak T4.Ö2 “Tasarım görevini çok sevdim. Biraz zorlandık ama çantamız şekerleri taşıdı” şeklinde ifade etmiştir. Öğrenciler tasarım görevini ve takım çalışmasına yönelik olumlu bakış açıları uygulamaların öğrenciler üzerinde etkili olmasıyla açıklanabilir.

Öğrencilerin ‘Çalışmada neleri sevmediniz?’ sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler dört tema altında toplanmış, elde edilen bulgular Tablo 4.16’da sunulmuştur.

Tablo 4.16. *Öğrencilerin Çalışmada Neleri Sevmedikleri*

Kodlar		Frekans (f)	Tema	Frekans (f)
K1	Çanta yaparken yaşadığım zorluklar	1	Tasarım Görevindeki Zorluklar	5
K2	Kâğıdı yanlış yerden kestim	1		
K3	Yapıştırılmayı	1		
K3	Çanta Yapımı	1		
K4	Kâğıt seçimi	1		
K5	Grup içi tartışma	1	Takım İçindeki Anlaşmazlıklar	3
K6	Grup arkadaşlarımla tartışmaları	2		
K7	Hiçbir şey	9	Sevilmeyen Bölüm Yok	14
K8	Yok	3		
K9	Tüm konuları sevdim	2		

Tablo 4.16’ya göre öğrenciler çalışmada sevmedikleri hiçbir şeyin olmadığını, (n=14) tasarım görevindeki zorlukları (n=5) ve takım içerisindeki anlaşmazlıkları (n=3) sevmediklerini ifade etmişlerdir. T1.Ö2 grupla çalışmayla ilgili olarak sevilmeyen bir nokta olarak “grup arkadaşımın birisi sorumluluk almadı. Ben fikrimi yazarken diğer grup arkadaşım benim fikrimi yazıyor” olarak belirtmiştir. Öğrenciler tasarım zorluklarını ve takım içerisinde yaşanan tartışmaları sevmedikleri bölüm olarak belirtmesinin nedeni yaptıkları hatalar ve bu hatalar sonucunda takım arkadaşlarıyla birlikte yaşanan çatışmalar neden olmuş olabilir.

Öğrencilerin “Çalışmada neleri değiştirmek istersiniz?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler üç tema altında toplanmış, elde edilen bulgular Tablo 4.17’de sunulmuştur.

Tablo 4.17. *Öğrencilerin Çalışmada Değiştirmek İstedikleri*

Kodlar		Frekans (f)	Tema	Frekans (f)
K1	Grup üyelerini	1	Takım Üyeleri	2
K2	Grubumu	1		
K3	Kâğıt seçimi	1		
K4	Yaptığım tasarımı	2	Tasarım Görevindeki Zorluklar	5
K5	Çantanın sapını	2		
K5	Hiçbir şey	10	Hiçbir şey	10

Tablo 4.17'ye göre öğrenciler verdikleri cevaplara göre; çalışmada hiçbir şeyi değiştirmek istemediklerini (n=10), tasarım görevindeki zorlukları (n=5) ve birlikte çalıştıkları takım üyelerini (n=2) değiştirmek istediğini belirtmiştir. Tasarım görevindeki zorluklara ilişkin olarak T2.Ö2 “Tasarımımızı çok beğenmedim şey, düzeltmeye çalıştık saplarını ama tam olmadı” olarak belirtmiştir. Öğrenciler çalışmada daha çok yaptıkları tasarım ya da seçimlere ilişkin olarak yakındıkları belirlenmiştir. Bu noktada öğrencilere yaptıkları hatanın düzeltilmesine yönelik yeterli süre verilmesi hatta tasarımına yeniden başlaması için belirlenen sürenin esnek olması sağlanabilir.

4.2.3. Yelkenli Triatlonu Tasarım Görevi Öğrenme Modülünden Elde Edilen Bulgular

STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan, uygulanan ve değerlendirilen kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesi yelkenli triatlonu tasarım görevi öğrenme modülüne ilişkin olarak elde edilen bulgular sırasıyla sunulmuştur.

4.2.3.1. Yelkenli Triatlonu yarışması tasarım görevi mühendislik tasarımı rubriğinden elde edile bulgular. Araştırmanın ikinci alt problemi: “Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan yelkenli triatlonu yarışması tasarım görevi öğrenme modülü öğrencilerin mühendislik tasarım süreci becerilerini nasıl etkiler?” şeklinde ifade edilmiştir. Araştırmanın ikinci alt problemine yanıt aramak için Yelkenli Triatlonu Tasarım Görevi Rubriği (Ek-5) ile elde edilen bulgular Tablo 4.18’de sunulmuştur. Tablo 4.18 incelendiğinde öğrenci takımları yelkenli triatlonu tasarım görevi rubriğinden toplam 48 puan üzerinden en fazla puanı sırasıyla Takım 6 (45puan), Takım 3 (44puan), Takım 5 (41 puan), Takım 2 (41) puan ve Takım 1 (20) puan almıştır. Takımların mühendislik tasarım süreci sürecinin basamaklarından aldıkları puanların toplanması sonucunda öğrenciler problemin ya da ihtiyacın tanımlanması basamağından 29 puan, problemin ya da ihtiyacın araştırılması 26 puan, olası çözümlerin geliştirilmesi 27 puan, en iyi çözüm önerisinin seçilmesi 29 puan, prototip oluşturulması 31 puan, çözümüm test edilmesi ve değerlendirilmesi 31 puan, çözümün paylaşılması 30 puan ve yeniden tasarım basamağından ise 26 puan almışlardır. Öğrenciler en düşük puanı problemin ya da ihtiyacın araştırılması ve yeniden tasarım basamağından almışlardır.

Tablo 4.18. *Yelkenli Triatlonu Tasarım Görevi Rubriğinden Elde Edilen Veriler*

Mühendislik Tasarım Süreci	Değerlendirme Kriterleri	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Toplam Puan
Problemin ya da İhtiyacın Tanımlanması	İhtiyaç/problemin tanımlanması	2	2	3	2	3	3	29
	Kriterler ve kısıtlamaların tanımlanması	1	2	2	2	2	2	
Problemin ya da İhtiyacın Araştırılması	İhtiyaç/problemin çözümüne yönelik gereksinim duyulan bilginin belirlenmesi	1	2	3	2	3	3	26
	Elde edilen bilginin insanların ihtiyacını/problemlerini çözmek için nasıl kullanılacağına belirlenmesi	1	2	3	2	2	2	
Olası Çözüm Önerilerinin Geliştirilmesi	İhtiyaç/ problemin giderilmesine yönelik çözüm önerisinin sunulması	1	2	3	2	3	3	27
En İyi Çözüm Önerisinin Seçilmesi	Çözüm önerisine yönelik taslak çizim	1	2	3	2	2	3	29
	Çözüm önerilerinin olumlu ve olumsuz yönlerinin tanımlanması	1	3	3	2	2	3	
Prototip Oluşturulması	Seçilen çözümün kriterleri ve kısıtlamaları karşılayıp karşılamadığının açıklanması	1	3	3	2	3	3	31
	Çözüm önerisine yönelik bir model / prototip oluşturulması	1	3	2	3	3	3	
Çözümün Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi	Model/ prototip için kriter ve kısıtlamaları karşılayan malzeme kullanımı	1	3	3	3	3	3	31
	Model/ prototipin ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceğinin test edilmesi	2	3	3	3	3	3	
Çözümün Paylaşılması	Test sonuçlarına ilişkin verilerin bilimsel bir dil kullanılarak açıklanması	2	2	3	2	3	2	30
	Tasarımlarının ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceğinin açıklanması	2	3	3	2	3	3	
Yeniden Tasarım	Tasarımları için kullanılan bilimsel bilgiyi mühendislik tasarımında nasıl kullanıldığının etkili şekilde sunulması	1	3	3	2	2	3	26
	Tasarım için gerekli iyileştirmelerin yapılması	1	3	2	2	2	3	
	Çözümlerin test edilmesi ve paylaşılması sonucunda elde edilen veriler ve geri bildirimler doğrultusunda tasarımları iyileştirmek için kullanılması.	1	3	2	2	2	3	
	...../48	20	41	44	35	41	45	
Toplam Puan								
Not: T:Takım								

Öğrencilerin tasarım görevindeki örnek çalışmaları ve yelkenli triatlonu yarışmasında kullanılan platform Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de sunulmuştur.



Şekil 4.10. Tasarım görevine yönelik çalışmalar



Şekil 4.11. Yelkenli trialonu yarış platformu

Bir önceki öğrenme modülü ile karşılaştırıldığında öğrencilerin olası çözüm önerilerinin geliştirilmesi ve prototip oluşturulması basamakları dışında diğer tüm mühendislik tasarım basamaklarından daha yüksek puan aldıkları görülmüştür. Olası çözüm yollarının geliştirilmesi ve prototip oluşturma basamaklarından daha düşük puan alınmasının nedeni tasarımlarını oluştururken malzeme seçiminden kaynaklanıyor olabilir. Diğer basamaklarda puanların artmış olması öğrencilerin mühendislik tasarım becerilerini yapılan uygulamalar yoluyla geliştirdiklerinin bir göstergesi olduğu söylenebilir. Bu anlamda geliştirilen modüllerin öğrencilerin mühendislik tasarım becerilerini geliştirdiği düşünülmektedir.

4.2.3.2. KÖSED-Testi ön-test son-test puanlarından elde edilen bulgular.

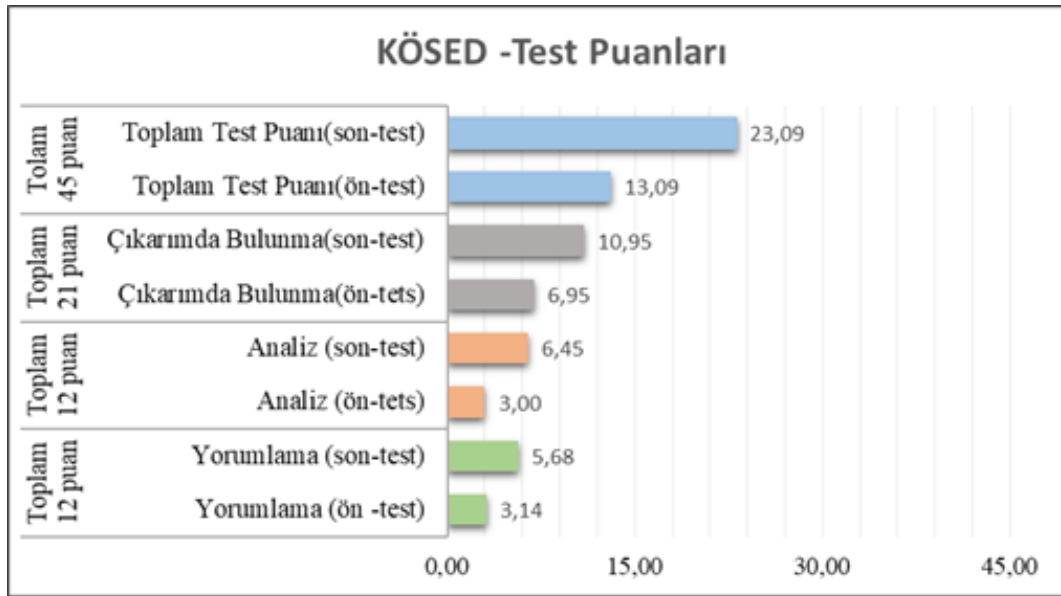
Araştırmanın üçüncü alt problemi olan ‘Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan şeker çantası ve yelkenli tasarım görevi öğrenme modülleri öğrencilerin KÖSED-Testinden aldıkları puanları farklılaştırmakta mıdır?’ sorusuna yanıt vermek için öncelikle KÖSED-Testi ön-test ve son-test puanlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ait veriler Tablo 4.19’de sunulmuştur.

Tablo 4.19. KÖSED-Testi Tanımlayıcı İstatistikler

Test							Shapiro-Wilks		
	n	Min	Max	\bar{x}	ss	İstatistik	P	Çarpıklık	Basıklık
Ön Test	22	3	31	13.09	7.98	.917	0.660	.754	-.407
Son Test	22	4	44	23.09	10.02	.958	0.449	-.189	-.269

Tablo 4.19'e göre KÖSED-Testinden elde edilen ön-test puanları ortalaması 13.09, son-test puan ortalaması ise 23.09'dur. Elde edilen puanların normal dağılım gösterip göstermediğine ilişkin olarak Shapiro-Wilks testi uygulanmış, ön-test $p=.660$ ve son-test değeri $p=.449$ olarak bulunmuştur. Bu durum her ne kadar ölçüm sonuçlarının normal olarak dağıldığını gösterse örneklem büyüklüğü 30'un altında olduğu için ön-test son-test puanlarının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için parametrik olmayan Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır.

Öğrencilerin ön-test son-test ölçümlerinden aldıkları puan ortalamaları Şekil 4.12'de sunulmuş, elde edilen verilerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için ilişkili iki grup için parametrik olmayan Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır, elde edilen sonuçlar Tablo 4.20'da sunulmuştur.



Şekil 4.12. KÖSED-Testi ön test son test ortalama başarı puanları

Şekil 4.12'ye göre eleştirel düşünme becerileri ön- test son- test ortalama puanları sırasıyla yorumlama için 3.14 puandan 5.68 puana; analiz için 3.00 puandan 6.45 puana; çıkarımda bulunma becerisi için 6.95 puandan 10.35 puana ve eleştirel düşünme toplam puan ortalaması ise 13.09 puandan 23.09 puana yükselmiştir.

Tablo 4.20. KÖSED-Testi Ön Test Son Test Puanları Arasındaki Farka İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Test	Sıralar	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	Z	p
KSÜEDBBT	Negatif Sıralar	1	1.00	0	-4.076	.000
	Pozitif Sıralar	21	12.00	252.00		
	Eşit	0				
	Toplam	22				

Tablo 4.20 incelendiğinde, Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme ünitesi eleştirel düşünme becerileri testinden aldıkları ön-test ve son- test puanları arasında son test lehine istatistiksel düzeyde ($Z=-4,076$ ve $p=.00<0,05$) anlamlı bir fark bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle STEM eğitimi yaklaşımı ile tasarlanan ve uygulanan kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesi öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini olumlu yönde geliştirmek için etkilidir denilebilir. STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan ve uygulanan canlılar dünyası ünitesinin eleştirel düşünme becerilerinin alt becerilerinden yorumlama, analiz ve çıkarımda bulunma becerilerinden hangisi üzerinde daha etkili olduğunu araştırmak amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır. Elde edilen veriler Tablo 4.21’de sunulmuştur.

Tablo 4.21. *KÖSED-Testi Alt Düşünme Becerileri Ön Test Son Test Puanları Arasındaki Farka İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları*

Eleştirel düşünme becerileri	Sıralar	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	Z	p
Yorumlama	Negatif Sıralar	4	2,75	11.00	-3,392	.001
	Pozitif Sıralar	15	11.93	179.00		
	Eşit	3				
	Toplam	22				
Analiz	Negatif Sıralar	2	2	3.00	-3,818	.000
	Pozitif Sıralar	18	10.94	207,00		
	Eşit	2				
	Toplam	22				
Çıkarımda Bulunma	Negatif Sıralar	2	5.00	5.50	-3,861	.000
	Pozitif Sıralar	19	11.79	226.50		
	Eşit	1				
	Toplam	22				

Tablo 4.21’a göre öğrencilerin KÖSED-Testinde yorumlama, analiz ve çıkarımda bulunma olmak üzere eleştirel düşünme alt becerilerinde yer alan maddelerden aldıkları ön-test son-test puanları, yorumlama ($Z=-3.392$ ve $p=.00<0,05$), analiz ($Z=-3,81$ ve $p=.00<0,05$) ve çıkarımda bulunma becerisi ($Z=-3,861$ ve $p=.00<0,05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu bulguların doğrultusunda STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan, uygulanan ve değerlendirilen ünite derslerin, öğrencilerin yorumlama, analiz ve çıkarımda bulunma becerilerini artırmak için etkili olduğu söylenebilir.

4.2.3.3. Yelkenli triatlonu yarışması öğrenme modülü öğrenci yansımalarından elde edilen bulgular. Araştırmanın altıncı alt problemi ‘Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan yelkenli triatlonu öğrenme modülü öğrencilerin öğrenme deneyimlerini nasıl etkiler?’ sorusuna yanıt aramak için öğrenme modülünde sunulan (Ek-5) yansıtıcı değerlendirme soruları ile toplanan veriler betimsel analiz yöntemi ile çözümlenmiştir. Öğrenci yansımalarında yer alan her bir soru ve soruya ilişkin analiz sonuçları aşağıda sunulmuştur.

“Model/prototipinizi tasarlarken ne tür zorluklarla karşılaştınız?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar betimsel analiz yöntemi ile incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler Tablo 4.22’de sunulmuştur. Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme (Modül 3-Yelkenli Tasarım Görevi) STEM eğitimi yaklaşımı ile tasarlandıktan sonra uygulanması sonucunda çalışmaya katılan öğrencilerin karşılaştıkları zorluklar iki tema altında toplanmıştır.

Tablo 4.22. Model/Prototip Yapımında Öğrencilerin Karşılaştıkları Zorluklar

Kodlar	Frekans (f)	Tema	Frekans(f)
K1 Tekerlek Yapımı	12		
K2 Yelken Yapımı	4	Model/Prototip Yapımı	17
K3 Yapıştırma	1		
K4 Tekerlek Seçimi	2		
K5 Yelken için Seçim	2	Karar Verme	4

Tablo 4.22’ye göre öğrencilerin en çok model/prototip yapımında zorlandığı (n=17) görülmektedir. Karar verme aşamasında öğrencilerin (n=4) modellerini tasarlarken kullanacakları malzeme seçiminde zorlandıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin model/prototip yapımında bu kadar yüksek oranda zorluk çekmelerinin nedeni özellikle tekerleklerin uygun bir şekilde takılmaması ile açıklanabilir. Kullanılan şişe kapaklarının tekerlek olarak takılması öğrencileri zorladığı için bu noktada sorun yaşanmıştır. Bu nedenle yapılacak etkinlik için öğrencilerin becerileri ve yaş gruplarının dikkate alınması önemlidir. Bu noktada elde edilen bulgu bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkelerini iyileştirmek ve geliştirilen modüllerde revizyon yapılabilir.

“Model/prototipinizi tasarlarken karşılaştığınız sorunların üstesinden nasıl geldiniz?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler üç tema altında toplanmış, elde edilen bulgular Tablo 4.23’de sunulmuştur.

Tablo 4.23. *Model/Prototip Yapımında Öğrencilerin Karşılaştıkları Zorlukları Çözüm Yolları*

Kodlar		Frekans(f)	Tema	Frekans(f)
K1	Grubumuzla kafa yorarak	1	Takım Çalışması ve İş Birliği	5
K2	Birlikte çalıştık	2		
K3	Grup çalışması	1		
K4	İş birliği	1		
K5	Beyin fırtınası yaparak	2	Yeni Çözüm/Fikir Üretme	3
K6	Tekerlekteki sürtünme kuvvetini azaltarak	1		
K7	İyileştirmeler yaparak	1	Kriterler Doğrultusunda İyileştirmeler	6
K8	Kapağı birleştirme	2		
K9	Deneyerek	2		
K10	Yapıştırdık	1		

Tablo 4.23'ye göre öğrencilerin karşılaştıkları sorunları çözüm yolları incelendiğinde en çok kriterler doğrultusunda iyileştirmeler yaparak (n=6) sorunları çözdüğü görülmüştür. Bununla birlikte öğrenciler takım çalışması ve iş birliği yaparak (n=5) ve yeni çözümler ve fikirler üreterek (n=3) karşılaştıkları sorunları çözdüklerini ifade etmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler incelendiğinde T3.Ö3 “yüzey sürtünmesini azaltamadığımız için yarışmayı kazanamadık” ve T1.Ö1 “Tekerlekleri takarken çok zorluk yaşadık, tasarım yönünden başarılıydı ama yüzey sürtünmesi fazlaydı” şeklinde açıklamıştır. Öğrenciler zorlanmalarına rağmen karşılaştıkları problemleri kriterler doğrultusunda iyileştirmeler yaparak takım arkadaşlarıyla birlikte çalışarak yeni fikirler üretmeye çalışarak çözmeye çalışmışlardır. Daha önce uygulanan modüllerle karşılaştırıldığında öğrencilerin sorunları çözmek için daha çok kriter ve kısıtlamalara başvurması mühendislik tasarım becerilerinin bu alanda geliştiği söylenebilir. Öğrencilerin “Çalışmada neler öğrendiniz?” sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler beş tema altında toplanmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 4.24'de sunulmuştur.

Tablo 4.24. *Öğrencilerin Çalışmada Öğrendikleri*

Kodlar		Frekans(f)	Tema	Frekans(f)
K1	Hava, su direnci, yüzey sürtünmesi	15		
K2	Sürtünme kuvveti	1	İçerik/Bilimsel Bilgi	19
K3	Kuvvetin ölçülmesi	1		
K4	Dinamometre	2		
K5	Gemi mühendisliği	2		
K6	Makine mühendisliği	1	Mühendislik/STEM kariyer bilinci	3
K7	Yelkenli yapımı	3	Tasarım Yapımı	3

Tablo 4.24'e göre öğrenciler çalışmada içerik/bilimsel bilgiyi (n=19), mühendislik ve kariyer bilgisini (n=3) ve tasarım yapımını (n=3) öğrendiklerini ifade etmişlerdir. T2.Ö2 bu çalışmada öğrendiklerini “içinde çok fazla bilgi var açıklamalar falan, geleceğe daha iyi bir bakış açısı oluyor” ve T3.Ö3 diğer derslerden farklı olarak “diğer derslerde tek yazarak aktarım olurken burada hem yapıyoruz hem de öğreniyoruz o açıdan daha iyi” olarak açıklamıştır. Öğrenciler en yüksek oranda bilimsel bilgiyi öğrendiklerini mühendislik becerileri ve mühendislik mesleğine yönelik bilgilerini arttırdıklarını belirtmektedir. Bu anlamda yapılan uygulamanın etkili olduğu düşünülebilir.

Öğrencilerin “Çalışmada neleri sevdiniz?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler dört tema altında toplanmış, elde edilen bulgular Tablo 4.25’de sunulmuştur.

Tablo 4.25. Öğrencilerin Çalışmada Sevdikleri

Kodlar		Frekans (f)	Tema	Frekans(f)
K1	Grupla çalışmayı	1	Takım Çalışması	4
K2	Birlikte çalışmayı	3		
K3	Yarışma ve model yapmak	1	Tasarım Görevi	8
K4	Yelkenli yapımında zorlular yaşamayı	2		
K5	Hareket eden bir araç yapmayı	1		
K6	Yelkenliyi yüzdürmeyi	1		
K7	Tasarım görevini	2		
K8	Yelkenli ve paraşüt yapmayı	1		
K9	Her şeyi	10	Çalışmanın Tamamı	10

Tablo 4.25 incelendiğinde öğrenciler çalışmanın tamamını (n=10), tasarım görevini (n=8) ve takım çalışmasını (n=4) sevdiklerini ifade etmişlerdir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilerde T4.Ö4 tasarım görevine ilişkin olarak “tasarlamayı sevdim. Eksikliklerimizi görmek daha iyi yapabileceğime inanmak ilerde bunları sevdim” şeklinde ifade etmiştir. Öğrencilerin çalışmanın tamamını özellikle tasarım görevine katılmayı sevdikleri oldukları söylenebilir.

Öğrencilerin “Çalışmada neleri sevmediniz?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler dört tema altında toplanmış, elde edilen bulgular Tablo 4.26’da sunulmuştur.

Tablo 4.26. Öğrencilerin Çalışmada Sevmedikleri

Kodlar	Frekans (f)	Tema	Frekans(f)
K1 Tekerlekleri yapmayı	5	Tasarım yapımında yaşanan zorluklar	7
K2 Yelkenli yapımı	2		
K3 Arkadaşımın yardım etmemesini	1	Takım Çalışması	1
K4 Sevmediğim bir şey yok	9	Çalışmada Sevilmeyen Bölüm Yok	14
K5 Hepsini sevdim	5		

Tablo 4.26'ya göre öğrenciler çalışmada sevmedikleri bir şey olamadığını (n=14), tasarım görevinde yaşadıkları zorlukları (n=7) ve takım çalışmasını sevmediklerini (n=1) belirtmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme sırasında aynı öğrenci T1.Ö1 “arkadaşlarım hiç yardım etmedi, onların yüzünden başarısız olduk” şeklinde ifade etmiştir. Öğrencilerin tasarım yapımındaki güçlükleri sevmedikleri bunun nedeni olarak özellikle tekerlek yapımı sırasında karşılaştıkları zorluktan kaynaklanabilir.

Öğrencilerin “Çalışmada neleri değiştirmek istersiniz?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde sıklıkla geçen kelimeler üç tema altında toplanmış, elde edilen bulgular Tablo 4.27’de sunulmuştur.

Tablo 4.27. Öğrencilerin Çalışmada Değiştirilmek İstedikleri

Kodlar	Frekans (f)	Tema	Frekans(f)
K1 Birlikte çalışmayı	1	Takım üyeler	4
K2 Grubumu	2		
K3 Arkadaşımın yardım etmesini	1		
K4 Tekne değil araba yapmak	1	Tasarım görevindeki zorluklar	6
K5 Yelkenlinin dengesini	1		
K6 Tasarımı baştan yapmak	1		
K7 Benim tasarımımın yapılmasını	2		
K8 Tekerleği	1		
K9 Hiçbir şey	12	Hiçbir şey	12

Tablo 4.27 incelendiğinde öğrenciler hiçbir şeyi değiştirmek istemediğini (n=12) ifade etmişlerdir. Bununla birlikte öğrenciler tasarım görevindeki zorlukları (n=6) ve takım üyelerini değiştirmek istediklerini (n=4) belirtmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen veriler incelendiğinde T4.Ö4 “Takım çalışması yapamadık, görev paylaşımı yapmıştık aslında. Bu benim de hatam birbirimizi kontrol etmeliydik” olarak ifade etmiştir. Öğrenciler takım çalışması sırasında diğer takım üyeleriyle yaşadıkları zorluklardan dolayı takım üyelerini değiştirmek istemiştir. Bunun nedeni takım üyelerinin çalışmaya aynı oranda katkı sunmaması ile açıklanabilir.

4.2.4. Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüş Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular

Ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin sahip oldukları bilimsel sorgulamaya yönelik görüşler sekiz boyutta incelenmiştir. Bu boyutlar sırasıyla şu şekildedir: 1) Bilimsel araştırmalar her zaman bir problemle başlar ve bilimsel araştırmaların bir hipotezi test etmesi zorunlu değildir, 2) Bilimsel araştırmaların belli bir yöntemi ve basamakları yoktur, 3) Araştırma süreci sorulan sorularla yönlendirilir, 4) Araştırmalarında aynı yöntemleri takip eden bilim insanları aynı sonuçları elde edemeyebilirler, 5) Araştırma süreci sonucu etkileyebilir, 6) Çalışmanın sonucu, toplanan verilerle tutarlı olmalıdır: Her bir araştırma sonucu toplanan verilerden elde edilen kanıtlarla desteklenmelidir, 7) Bilimsel veriler bilimsel kanıtlarla aynı değildir, 8) Açıklamalar toplanan verilerin ve mevcut bilgilerin birleştirilmesiyle oluşturulur.

Araştırmanın dördüncü alt problemi “Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan öğrenme modülleri öğrencilerin bilimsel sorgulama hakkındaki görüş ölçeğinden aldıkları puanları farklılaştırmakta mıdır?” olarak belirlenmiştir. Bu soruya yanıt aramak için öğrencilerin bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşleri incelenerek elde edilen veriler betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiş, elde edilen bulgular sayısallaştırılarak Tablo 4.28’de sunulmuştur.

Tablo 4.28. Ortaokul Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Sorgulamanın Boyutlarına İlişkin Görüşleri Ön-Test, Son-Test Sonuçları

Boyutlar	Ön-Test (n=22)			Son-Test (n=22)		
	Yetersiz(f)	Karmaşık(f)	Bilimsel(f)	Yetersiz(f)	Karmaşık(f)	Bilimsel(f)
Araştırma Sorusu	16	5	1	10	9	3
Bilimsel Yöntem	13	8	1	9	11	2
Araştırma Süreci	14	6	2	9	8	5
Bilimde Sosyal Etkiler	14	7	1	10	6	6
Araştırma Süreç-Sonuç İlişkisi	12	9	1	6	12	4
Araştırma Sonucu	12	8	2	9	7	6
Veri-Kanıt Ayrımı	10	9	3	8	6	8
Bilimsel Açıklamalar	19	3	0	15	6	1

Öğrencilerin *bilimsel araştırmalar her zaman bir problemle başlar ve bilimsel araştırmaların hipotezi test etmesi zorunlu değildir* boyutuna ilişkin olarak ön-test sonucuna göre sadece bir öğrencinin bilimsel görüş düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Beş öğrencinin karmaşık, 16 öğrencinin ise yetersiz görüş düzeyinde olduğu görülmüştür.

Son test sonucuna göre üç öğrenci bilimsel, dokuz öğrenci karmaşık ve 10 öğrenci ise yetersiz görüş düzeyindedir.

BAHGÖ'nin birinci boyutuna ilişkin olarak öğrencilerin verdikleri cevaplara göre ön-test ve son test sonuçları arasında bazı farklılıkların olduğu görülmüştür. Araştırmanın bilimsel olup olmadığına yönelik olarak T3.Ö1 bilimsel araştırmalarda araştırma sorusunun hazırlandığı, veri toplandığı ve verilerin yorumlanması ile sonuca ulaşıldığını belirtmiştir.

Evet, çünkü kişi kuşların gaga şekillerini araştırıyor ve veriler topluyor (Ön -test, T3Ö1)
Evet, çünkü kişi ilk olarak araştırma sorusu hazırlıyor. Bu soruyla ilgili veriler topluyor ve yaptığı araştırmadan sonucu buluyor, bu aşamalardan gittiği için bilimsel olduğunu düşünüyorum (son-test, T3Ö1).

Araştırmanın deney olup olmadığına yönelik olarak T3.Ö1 araştırmanın deney olmadığını belirtmesine rağmen neden deney olmadığına ilişkin ön- test sonucunda açıklamada bulunamamıştır. Uygulama sonrasında son-testte uygulamanın deney olmadığını, gözlem olduğunu belirterek gözlem ile deney arasındaki farkı ayırt edebilmiştir.

Evet çünkü kişi kuşların gaga şekillerini araştırıyor ve veriler topluyor bu nedenle deney olduğunu düşünüyorum (ön-test, T3.Ö1)
Hayır, çünkü ilk cümlede söylediği gibi kişi bir deney değil de gözlem yapıyor (son-test, T3Ö1).
Hayır düşünmüyorum. Çünkü bu araştırmada bir şeyler denenmemiştir. Sadece kuşlar hakkında bilimsel bilgi verilmiştir (ön-test, T6.Ö4).

Bilimsel araştırmaya bir araştırma sorusu ile ilgili başlamanın gerekli olup olmadığına ilişkin olarak öğrenciler araştırma sorusuyla ile bir araştırmaya başlanması gerektiğini belirtmişlerdir. Bazı öğrencilerin verdikleri yanıtlar aşağıda sunulmuştur.

Evet diyen öğrenciye katılıyorum. Çünkü merak edip soruya cevap aramaya başlar ve bunun sonucunda araştırma sorusu ortaya çıkar (ön-test, T6.Ö4)
Evet diyen öğrenciye. Çünkü bilimsel araştırma olduğu için bir soruyla başlamalıyız. Yani araştırma sorusuyla. Araştırma sorusu olmazsa cevap verecek bilimsel bir bilgi olmaz (son-test, T6.Ö4)
Evet diyen öğrenciye. Mesela bir araştırma sorusu: Arabalar nasıl daha hızlı gidebilir? (ön-test, T6.Ö1)
Evet diyen öğrenciye katılıyorum. Çünkü soru sormadan olmaz. Soru sormadan araştırma yapılamaz (son-test, T6.Ö1).

Bilimsel araştırmaların belli bir yöntemi ve basamakları yoktur boyutuna ilişkin olarak öğrencilerin verdikleri cevaplardan elde edilen veriler incelendiğinde ön-test sonucuna göre bir öğrenci bilimsel, sekiz öğrenci karmaşık ve 13 öğrenci ise yetersiz düzeydedir. Son test sonucuna göre iki öğrenci bilimsel, 11 öğrenci karmaşık ve dokuz öğrenci ise yetersiz düzeydedir. Bilimsel araştırmalarda birden fazla yöntem

kullanılmasına ilişkin olarak öğrencilerin bilimsel yöntem ile veri toplama şekillerini veya değişkenleri karıştırdığı anlaşılmıştır. Bazı öğrencilere ait cevaplar aşağıda sunulmuştur.

*Dünyanın yuvarlak olduğunu anlamak için resmine bakarız veya uzaydan bakarız (ön-test, T1.Ö1)
Birden fazla deney yaparak aynı sonuçlara ulaşırız. Çalışma sürecinde gözlem yapar veri toplarız (son test T1.Ö1)*

*Araştırma yöntemleri, veri toplayarak bilimsel çalışmalarda araştırma sorularına cevap bulabiliriz.
Deney yaparak da araştırmanın bilimsel olup olmadığını bulabiliriz (ön-test, T6.Ö4).*

Araştırma süreci sorulan sorularla yönlendirilir boyutuna ilişkin olarak elde edilen veriler incelendiğinde ön-test sonucuna göre iki öğrenci bilimsel, altı öğrenci karmaşık, 14 öğrenci ise yetersiz düzeydedir. Son test sonucuna göre beş öğrenci bilimsel, sekiz öğrenci karmaşık ve dokuz öğrenci yetersiz düzeydedir. Araştırma süreci sorulan sorularla yönlendirilir boyutuna ilişkin olarak çalışmaya katılan öğrencilerin uygulama sonrasında bilimsel görüş düzeyinde artış gösterdiği görülmektedir. Bu boyuta ilişkin olarak öğrenci görüşlerinden bir kısmı aşağıda sunulmuştur.

A grubundaki bilim insanlarının izlediği yol daha mantıklıdır. Çünkü onlar farklı marka lastikleri farklı farklı yollarda deniyorlar (ön-test, T4.Ö1).

A grubu. Çünkü A grubu hangi lastiğin dayanıklı olduğunu öğrenmek için farklı marka lastikleri üç farklı yol ile test ediyorlar. B grubu ise tek bir marka lastiği üç farklı yolda deniyor. Farklı markaların ne kadar iyi olduğunu A grubunun izlediği yol ile anlayabiliriz (son-test, T4.Ö1).

B grubundaki grup bir lastiği üç farklı yolda deniyor. O lastiğin her yolda kullanılabilmesini istiyor. Bu lastik de zaten arabaya takılacağı için araba da her yola gireceği için her yolda denenmesi lazım (ön-test, T5.Ö3).

A grubundaki araştırmacıları seçerdim. Çünkü farklı farklı lastikleri farklı farklı yol üzerinde denedikleri için ellerinde daha çok bilgi olur bu sayede hangisi daha sağlam olduğunu bulabilirler (son-test, T5.Ö3).

Araştırmalarında aynı yöntemleri takip eden bilim insanları aynı sonuçları elde edemeyebilirler boyutuna ilişkin olarak, ön-test sonucuna göre bir öğrenci bilimsel, yedi öğrenci karmaşık, 14 öğrenci ise yetersiz düzeydedir. Son test sonucuna göre altı öğrenci bilimsel, altı öğrenci karmaşık ve 10 öğrenci ise yetersiz düzeydedir. Öğrencilerin bu boyuta ilişkin olarak görüşlerinin uygulama sonucunda değişimine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir.

Evet, aynı sonuca varmaları gerekir. Çünkü ikisi de aynı düşünür. Yani yanı soruyu takip etmeleri aynı sonucu bulmalarını gerektirir (ön-test, T4.Ö4).

Hayır, çünkü aynı zamanda araştırmalarını yapmaları sonuçların aynı olmasını gerektiğini anlatmaz (son-test, T4.Ö4).

Değildir. Çünkü birinci yaptığında olmadıysa ikinci yaptığında da olmayacağı içindir (ön-test, T6.Ö3).

Bence zorunda değillerdir. Çünkü birinci bilim insanı ve ikinci bilim insanı farklı verilere ulaşmış olabilirler (son-test, T6.Ö3).

Araştırma süreci sonucu etkileyebilir boyutuna ilişkin olarak ön-test sonucuna göre bir öğrenci bilimsel, dokuz öğrenci karmaşık, 12 öğrenci ise yetersiz düzeydedir. Son test sonucuna göre dört öğrenci bilimsel, 12 öğrenci karmaşık ve altı öğrenci ise yetersiz

düzyededir. Veriler uygulama sonrasında öğrencilerin görüşlerinin olumlu yönde değiştiğini işaret etmektedir. Bu değişime ilişkin olarak bir öğrencinin cevabı aşağıda sunulmuştur.

Hayır, birisi suyu 50 °C'de ısıtsa, diğeri ise 100 °C ısıtsa önce 100 °C'lik olan kaynayıp buharlaşır (ön-test, T3.Ö1).

Hayır, aynı sonuca katılmaları gerekmez. Çünkü ikisi de farklıdır. Yani aynı soruyu sorup takip etmeleri aynı cevabı bulmalarını gerektirmez.

Çalışmanın sonucu toplanan verilerle tutarlı olmalıdır; Her bir araştırma sonucu toplanan verilerden elde edilen kanıtlarla desteklenmelidir boyutuna ilişkin olarak, ön-test sonucuna göre iki öğrenci bilimsel, sekiz öğrenci karmaşık, 12 öğrenci ise yetersiz düzeydedir. Son test sonucuna göre altı öğrenci bilimsel, yedi öğrenci karmaşık ve dokuz öğrenci ise yetersiz düzeydedir. Öğrencilerin bu boyuta ilişkin olarak görüşlerinin uygulama sonucunda değişimine ilişkin örnek aşağıda verilmiştir.

Bitkiler güneş ışığında daha çok büyür. Bu yüzden a şıkkı olmalı (ön-test, T1.Ö1)

Tabloda günlük ışığa maruz kalma süresinde bitkinin büyümesi tabloda farklıdır. Yani güneş ışığı daha az görürse o kadar büyüymüş (ö-test, T1.Ö1).

a. şıkkı bitkiler güneş ışığına daha maruz kaldığında daha çok büyür. Çünkü bitkilerin büyüyebilmeleri için güneş ve suya ihtiyaçları olur (ön-test, T4.Ö4).

b. şıkkı çünkü tabloya göre bitkiler ışığa fazla maruz kaldığında uzama miktarları azalıyor ve az ışığa maruz kaldığında ise bitkiler uzuyor ve bu nedenle bu sonuca vardım (son-test, T4.Ö.4).

Bilimsel veriler bilimsel kanıtlarla aynı değildir boyutuna ilişkin olarak elde edilen veriler incelendiğinde ön-test sonucuna göre üç öğrenci bilimsel, dokuz öğrenci karmaşık, 10 öğrenci ise yetersiz düzeydedir. Son test sonucuna göre sekiz öğrenci bilimsel, altı öğrenci karmaşık ve sekiz öğrenci ise yetersiz düzeydedir. Araştırma süreci sorulan sorularla yönlendirilir boyutuna ilişkin olarak çalışmaya katılan öğrencilerin uygulama sonrasında veri ile kanıt arasındaki kavram farklılığını anlama düzeyinde artış gösterdiği görülmektedir. Bu boyuta ilişkin olarak öğrenci görüşlerinden bir kısmı aşağıda sunulmuştur.

Veri ve kanıt farklıdır. Çünkü veri toplamak bir şey hakkında bilgi toplamaktır. Kanıt toplamak bir şey hakkında kanıtlamaktır (ön-test, T6.Ö4).

Veri toplamak araştırma sorusuna cevap aramaktır. Kanıt verilerle ispatlamaktır, birbirlerinden farklıdırlar (son-test, T6.Ö4)

Farklıdır. Örneğin böcek yiyen kuşların gagaları uzun ve incedir. Bu bir veridir. Ve böcek yemeleri ise delil(kanıttır) (ön-test, T3.Ö1).

Veri bir araştırma veya deney sonucu topladığın bilgidir. Kanıt ise bir şeyin doğru veya yanlış olduğunu ispatlamak için kullanılan bilgilerdir (son-test, T3.Ö1).

Veri ile kanıt aynı değildir. Veri bilgi toplamak kanıt ise bir bilginin gerçek olduğunu herkese kanıtlamak (ön-test, T5.Ö3)

Farklıdır. Veri=bilgidir. Kanıt ise bu bilginin gerçek olduğunu ispat etmektir (son-test, T5.Ö3).

Veri olay hakkında bilgi toplamaktır. Delil ise bir olay veya farklı bir şeyin kabul edilmesi için kullanılan bilgidir. Farklıdır çünkü ikisinde de açıklamaları farklı yollara girer (T6.Ö2).

Veri bilgidir. Kanıt ise dayanaktır. Kanıt ile kendini veya bir kişiyi savunursun. Kısaca farklıdır (T6.Ö2).

Açıklamalar toplanan verilerin ve mevcut bilgilerin birleştirilmesiyle oluşturulur boyutuna ilişkin olarak, ön-test sonucuna göre öğrencilerin hiçbiri bilimsel düzeyde değildir. Üç öğrenci karmaşık, 19 öğrenci ise yetersiz düzeydedir. Son test sonucuna göre bir öğrenci bilimsel, altı öğrenci karmaşık ve 15 öğrenci ise yetersiz düzeydedir. Uygulama sonucunda en az değişim bu boyutta olmuştur. Bunun nedeni öğrencilerin beşinci sınıfa gelinceye kadar fen bilimleri öğretim programında iskelet istemi, kemik ve eklemler konusunda bilgi sahibi olmayışından kaynaklanabilir. Öğrencilerin bu boyuttan yüksek puan alabilmesi için eklemlerle, kemik büyüklüğüne ilişkin olarak karşılaştırma yapmanın yanında fosiller ile ilgili de bilgi sahibi olması gerektiği düşünülmektedir. Öğrencilerin bu boyuta ilişkin olarak görüşleri de bu konudaki bilgi eksikliği ve kavram yanlışlarını işaret etmektedir. Buna ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir.

Birinci şekilde dinozor çok iyi görünüyor. Ve bacak kısımlarında yanı şekil. Çünkü kemiklerinin en iyi şeklinin nasıl görüldüğünü açıklarsak kemikler birleşmiştir ve güzel görünmüştür. Metot ve veri kullanarak bunu yapmışlar (ön-test, T3.Ö4).

Çünkü şekil 1’de tam kemikler yerli yerine getirilmiş ama şekil 2’de ise dinozorun elleri bacaklarına bacakları ise ellerine getirilmiştir. 1. Şekilde kemik yapısı daha iyidir. Bilim insanları kemik yapısını inceleyerek bu sonuca varmışlardır. (son-test, T3Ö4).

Birinci şekil, dinozorlar çünkü dinozorlar ağır bir yapıya sahip oldukları için ayakları küçük olmaz. Göğüs kafesleri ellerine göre ve şekline göre oluşmuştur. Dinozorların fosillerini birleştirerek ve fosilleri araştırarak bulabilirler (ön-test, T4.Ö3)

Çünkü dinozorlar ağır bir kütleye sahip olduğu için bacaklarının da dayanıklı kalın olması gerekir. Dinozorun yapısı kendi yapısına göre değişmez. Bu dinozor iki ayak üzerinde durmalıdır yapısı ona göre değişir. Deney yaparak kanıt elde ederek bu sonuca ulaşırlar (son-test, T4.Ö3).

Bilimsel Araştırma Hakkında Görüş Ölçeğinin ön-test ve son test sonuçlarından elde edilen toplam puanlar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığına ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmış, analiz sonuçları Tablo 4.29’da sunulmuştur.

Tablo 4.29. Ortaokul Beşinci Sınıf Öğrencilerinin BAHGÖ Ön-Test, Son-Test Puanları Arasındaki Farka İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Test	Sıralar	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	Z	p
BAHGÖ	Negatif Sıralar	1	.00	2.50	-3.625	.000
	Pozitif Sıralar	17	8.00	168.00		
	Eşit	4				

Tablo 4.29’a göre öğrencilerin bilimsel araştırma hakkındaki görüşleri arasındaki aldıkları ön-test ve son- test puanları arasında son test lehine istatistiksel düzeyde ($Z=-3,63-25$ ve $p=.00<.05$) anlamlı bir fark bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle STEM eğitimi yaklaşımı ile tasarlanan ve uygulanan üniteler araştırmaya katılan öğrencilerin bilimsel sorgulama hakkındaki görüşlerini olumlu yönde geliştirmek için etkilidir denilebilir

4.2.5. STEM Mesleklerine Yönelik İlgi Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular

“Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla uygulanan öğrenme modülleri öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgi ölçeğinden aldıkları puanları farklılaştırmakta mıdır?” şeklinde belirlenen araştırmanın beşinci alt problemine yanıt aramak için FeTeMM- MYÖİ ölçeğinden elde edilen ön-test ve son-test puanları hesaplanarak SPSSv.22 ile Wilcoxon işaretli sıralar testine tabi tutulmuş, elde edilen analiz sonuçları Tablo 4.30’de sunulmuştur.

Tablo 4.30 *STEM Mesleklerine Yönelik İlgi Ölçeği Ön Test Son Test Puanları Arasındaki Farka İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları*

Test	Sıralar	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	Z	P
Fen Bölümü	Negatif Sıralar	11	9.64	106.00	-.667	.505
	Pozitif Sıralar	11	13.36	147.00		
	Eşit	0				
Matematik Bölümü	Negatif Sıralar	8	9.81	78.50	-.665	.506
	Pozitif Sıralar	11	10.14	111.50		
	Eşit	3				
Teknoloji Bölümü	Negatif Sıralar	9	12.50	112.50	-.445	.649
	Pozitif Sıralar	13	10.81	140.50		
	Eşit	0				
Mühendislik Bölümü	Negatif Sıralar	7	11.36	79.50	-1.527	.127
	Pozitif Sıralar	15	11.57	173.00		
	Eşit	0				
	Toplam	22				

Tablo 4.30 incelendiğinde, öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgi ölçeğinden aldıkları ön-test ve son- test puanları arasında sırasıyla fen bölümü ($Z=-.667$ ve $p=.505>.05$) matematik bölümü ($Z=-.665$ ve $p=.506>.05$), teknoloji bölümü ($Z=-.445$ ve $p=.649>.05$) ve mühendislik bölümü için ($Z=-.1527$ ve $p=.127>.05$) olarak hesaplanmış. Her ne kadar ölçeğin tüm bölümlerinde pozitif sıralar toplamı negatif sıralar toplamından daha büyük olsa da bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Diğer bir ifadeyle STEM eğitimi yaklaşımı ile tasarlanan ve uygulanan öğrenme modülleri, öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerinde istatistiksel olarak bir fark yaratmamıştır.

Bu noktada öğrencilerin ilgilerinin hangi maddelerde artış gösterdiği hangi maddelerde azalma gösterdiğine ilişkin olarak ölçeğin maddelerine ait ön-test ve son test puanlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Tablo 4.31. öğrencilerin fene olan ilgilerine ilişkin maddeleri ve bu maddelerde öğrencilere ait ön-test ve son- test puanlarını göstermektedir.

Tablo 4.31. *Fen Bölümü Ön-test Son-test Sonuçları*

	Ön-test	Son-test
Fen dersinden iyi not alabilirim.	4,27	4,09
Fen ödevlerimi tamamlayabilirim.	4,41	4,77*
Gelecekte fenle ilgili bir mesleğe sahip olmak isterim.	3,50	3,73*
Fen dersine diğer derslere göre daha çok çalışırım.	3,73	3,50
Fen derslerindeki başarımın, gelecek meslek hayatımda bana fayda sağlayacağına inanıyorum.	4,32	4,55*
Fen alanında bir meslek seçmemi ailem de ister.	4,00	3,77
Fen alanındaki mesleklere ilgi duyuyorum.	3,95	4,09*
Fen dersini severim.	4,18	4,55*
Fen alanında çalışan birini mesleki açıdan örnek alırım.	3,95	4,23*
Fen alanında çalışan insanlarla sohbet etmeyi seviyorum.	3,55	3,95*

Tablo 4.31'e göre öğrencilerin fen bölümü için ön-test ve son-test puanları karşılaştırıldığında üç madde dışında ölçüğe ait diğer maddelerde artış yaşanmıştır. Fen dersinden iyi notlar alabilirim maddesine ait puanın (4.27/4.09) düşmesinde öğrencilerin fen dersi yazılı yoklama sınavlarından almış oldukları puanlarda ilkökulda almış oldukları notlara göre bir düşüş yaşanmasından kaynaklanmış olabilir. Fen dersine diğer derslere göre daha çok çalışırım (3.73/3.50) maddesine ilişkin olarak son- test puan ortalamasındaki düşüş öğrencilerin ders sırasında öğrenmelerinin artmasından, dolayısıyla daha az çalışmaya gerek duymalarından kaynaklanıyor olabilir. Fen alanında ailem de bir meslek seçmemi ister maddesindeki düşüş (4.00/3.77) öğrencilerin fen dersini zor bulmalarından ya da mühendisliğe olan ilgilerinin artması (bkz. Tablo 4.33) dolayısıyla bu bölümde yer alan seçim yerine tercihlerini mühendislik alanından yana kullanmış olabilirler.

Tablo 4.32. öğrencilerin matematiğe olan ilgilerine ilişkin maddeleri ve bu maddeler eait ön-test ve son- test puanlarını göstermektedir.

Tablo 4.32. *Matematik Bölümü Ön-test Son-test Sonuçları*

	Ön-test	Son-test
Matematik dersinden iyi not alabilirim.	4,18	4,32*
Matematik ödevlerimi tamamlayabilirim.	4,45	4,64*
Gelecekte matematikle ilgili bir mesleğe sahip olmak isterim.	3,73	3,64
Matematik dersine diğer derslere göre çok çalışırım.	3,18	3,95*
Matematik derslerindeki başarımın gelecek meslek hayatımda bana fayda sağlayacağına inanıyorum.	4,55	4,45
Matematik alanında bir meslek seçmemi ailem de ister.	3,73	4,32*
Matematik alanındaki mesleklere ilgi duyuyorum.	3,82	4,09*
Matematik dersini severim.	4,36	4,23
Matematik alanında çalışan birini mesleki açıdan örnek alırım.	3,95	3,91
Matematik alanında çalışan insanlarla sohbet etmeyi seviyorum.	3,59	4,09*

Tablo 4.32'ye göre dört madde dışında diğer maddelerde son-test lehine artış yaşanmıştır. Bu maddelere ait ön-test son-test puanları sırasıyla gelecekte matematikle

ilgili bir mesleğe sahip olmak isterim (3.73/3.64), matematik derslerindeki başarımın gelecek meslek hayatımda bana fayda sağlayacağına inanıyorum (4.55/4.45), matematik dersini severim (4.36/4.23) olarak belirlenmiştir. Tablo 4.32’den de görüleceği gibi puan artışı yaşanan maddelere bakıldığında artış oranları arasındaki farkın düşüş puanlarına göre daha farklı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.33. öğrencilerin teknolojiye olan ilgilerine ilişkin maddeleri ve bu maddelerde öğrencilere ait ön-test ve son- test puanlarını göstermektedir. Tablo 4.33’e göre öğrencilerin ön-test ve son test puanları arasında düşüş yaşanan maddeler sırasıyla sınıf içi çalışmalarımızda teknoloji kullanmayı seviyorum (4.73/4.36), teknoloji alanındaki mesleklere ilgi duyuyorum (4.27/4.14), teknoloji alanında çalışan biri/birilerini mesleki açıdan örnek alırım (4.23/4.09) olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin belirtilen maddelere ait puanların azalmış olması bilişim teknolojileri dersinde yaşadıkları zorluktan kaynaklanıyor olabilir.

Tablo 4.33. *Teknoloji Bölümü Ön-test Son-test Sonuçları*

	Ön-test	Son-test
Teknoloji kullanımı gerektiren etkinliklerde başarılıyım.	4,23	4,41*
Teknolojideki yenilikleri kolaylıkla öğrenebilirim.	4,23	4,68*
Meslek hayatımda yeni teknolojileri yakından takip etmeyi düşünüyorum.	4,14	4,18*
Derslerimde bana faydası olacağına inandığım yeni teknolojileri öğrenmek isterim.	4,45	4,68*
Teknolojiyle ilgili çok şey öğrenirsem pek çok iş imkanıyla karşılaşabilirim.	4,23	4,50*
Teknoloji alanında bir meslek seçmemi ailem de ister.	3,91	3,91
Sınıf içi çalışmalarımızda teknoloji kullanmayı seviyorum.	4,73	4,36
Teknoloji alanındaki mesleklere ilgi duyuyorum.	4,27	4,14
Teknoloji alanında çalışan biri/birilerini mesleki açıdan örnek alırım.	4,23	4,09
Teknoloji alanında çalışan insanlarla sohbet etmeyi seviyorum.	3,82	4,18*

Tablo 4.34. öğrencilerin mühendisliğe olan ilgilerine ilişkin maddeleri ve bu maddelere ait ön-test ve son- test puanlarını göstermektedir. Tablo 4.34’e göre öğrencilerin ön-test ve son-test puanlarından almış oldukları puanlar karşılaştırıldığında tüm maddelere ilişkin olarak puanların yükseldiği görülmektedir.

Tablo 4.34. *Mühendislik Bölümü Ön-test Son-test Sonuçları*

	Ön-test	Son-test
Mühendislik becerisi gerektiren etkinliklerde başarılıyım.	3,73	3,82
Mühendislik becerisi gerektiren etkinlikleri tamamlayabilirim.	4,09	4,18
Meslek hayatımda mühendislik becerilerini kullanmayı düşünüyorum.	3,86	4,00
Derslerimde mühendislik becerisi gerektiren etkinliklere katılma konusunda çok istekliyimdir.	3,50	4,00
Mühendislikle ilgili çok şey öğrenirsem pek çok iş imkanıyla karşılaşabilirim.	4,09	4,32
Mühendislik alanında bir meslek seçmemi ailem de ister.	4,05	4,50
Mühendislik alanındaki mesleklere ilgi duyuyorum.	3,95	4,18
Mühendislik becerisi gerektiren etkinlikleri seviyorum.	3,91	4,36
Mühendisleri mesleki açıdan örnek alırım.	3,82	4,14
Mühendislerle sohbet etmeyi seviyorum.	3,73	4,00

4.3. Araştırmanın Değerlendirme ve Yansıtma Aşamasından Elde Edilen Bulgular

Bir tasarım çalışmasının son aşaması, sınıfta uygulamayı denerken üretilen tüm veri setini kullanarak geriye dönük analizler yapılmasını içerir (Cobb, Jackson ve Dunlap, 2016). Cobb ve diğerleri (2016) Uygulama sırasında yapılan analizlerin genellikle çalışmaya katılan öğrencilerin öğrenmesini destekleme konusundaki pragmatik hedeflerle ilgiliyken “geriye dönük analizler bu öğrenmeyi ve desteklediği araçları daha kapsayıcı bir fenomenin paradigmatik bir durumunu olarak çerçeveleyerek, geniş bir teorik bağlama yerleştirmeye çalışır” (s.20). Bu noktada yapılan bu araştırma mevcut fen bilimleri dersi ünitelerinin bütünlük STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesine yönelik tasarım ilkelerini ortaya koymaktır. Bu amaçla geliştirilen bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkelerinin çalışmanın amacını ne ölçüde karşıladığı öğrenme hedefleri ve arzu edilen çıktılar, değerlendirme ve öğrenme deneyimleri ve öğretimin planlanması ve uygulama olmak üzere üç bölümde sunulmuştur. Bununla birlikte bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkeleri doğrultusunda geliştirilen öğrenme modüllerinin öğrencilerin öğrenme deneyimlerini nasıl etkilediğine ilişkin çeşitli veri araçlarıyla ortaya çıkarılmasını amaçlamaktadır. Bu doğrultuda yapılan uygulamanın öğrencilerin fen içeriği ve eleştirel düşünme beceri düzeyine ilişkin bulgular, bilimsel araştırma hakkındaki görüşleri, mühendislik tasarımı süreç becerileri ve STEM mesleklerine ilgileri yapılan üç müdahale ile ortaya çıkan bulgular bu bölümde özetlenerek sunulmuştur. Öğrenci yansımaları ve öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmelerden, çalışmada kullanılan nicel veri ölçme araçlarından, alan notları ve uzman görüşlerden elde edilen verilerin üçgenlenmesi yoluyla iç geçerlilik sağlanmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçların ve uygulamaların diğer bağlamlar için kullanılabilmesine olanak tanımak için diğer bağlamlarda ortaya çıkabilecek olası problemler göz önüne alınarak bulgular sunulmuştur.

Bütünlük STEM eğitimi yaklaşımıyla mevcut fen bilimleri derslerinin tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesine ilişkin olarak bütünlük STEM eğitimi ön tasarım ilkeleri oluşturulup uzmanların görüşleri doğrultusunda revize edildikten sonra prototip oluşturma aşamasında elde edilen bulgular doğrultusunda iyileştirmeleri yapılarak son hali verilmiştir. Diğer yandan oluşturulan bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkeleri kavramsal çerçevesi sadece mevcut fen bilimleri dersi ünitelerinin bütünlük STEM ünitelerine dönüştürülmesi için kullanılacağı anlamına gelmemektedir. Bütünlük STEM eğitimi tasarım ilkeleri kavramsal çerçevesi oluşturulacak yeni bir program, okul dışı STEM programları ya da STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanacak etkinlikler için de

gerekli revizyonlar yapılarak kullanılabilceğini düşünülmektedir. Bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri doğrultusunda geliştirilen öğrenme modüllerinin uygulaması sırasında öğrencilerden elde edilen bulgular ve öğretmen- araştırmacının uygulama sırasında tuttuğu alan notlarının geriye dönük olarak analizi sonucunda bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri ilgili elde edilen bulgular öğrenme hedefleri ve arzu edilen çıktılar, değerlendirme, öğrenme deneyimleri ve öğretimin planlanması olmak üzere üç temel bileşen göz önüne alınarak aşağıda sunulmuştur.

Bütünleşik STEM Eğitimi Tasarım İlkeleri		
Öğrenme Hedefleri ve Arzu Edilen Çıktılar	Değerlendirme	Öğretimin Planlanması
<ul style="list-style-type: none"> •Türk Milli Eğitiminin Amaçları ve Genel İlkeleri ile mevcut müfredata uygun esnek içerik •STEM okuryazarlığı ve disiplinler arası bağlantı •Temel düşünme becerileri ve 21.yy yeterlikleri •STEM kariyer ilgisi 	<ul style="list-style-type: none"> •Çok yönlü değerlendirme 	<ul style="list-style-type: none"> •Bilimsel Sorgulama temelinde mühendislik uygulamaları •Birlikte ve bireysel öğrenme fırsatları •Bilgi kaynaklarına serbest erişim •İhtiyaca yönelik öğrenme ortamı •Otantik ve gerçek yaşamla uyumlu etkinlikler •Öğrenci merkezli stratejiler ve yöntemler •Anlamlı içerik entegrasyonu

Şekil 4.13. Bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri

Bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkelerine yönelik uzman görüşleri ve öğrenme modüllerinin geliştirilmesi ve uygulanması sırasında elde edilen bulgular, bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkelerinin oluşturulmasıyla sonuçlanmıştır. Bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri doğrultusunda öğrenme modülleri tasarlanmış elde edilen veriler araştırmanın son aşaması olan değerlendirme ve yansıtıcı aşamasında karşılaştırmalı analiz yöntemiyle geriye dönük olarak tekrar değerlendirilmiştir. Öğrenme modüllerinin uygulanması sonucunda öğrencilerden yansıtıcı açık uçlu sorularla elde edilen bulgular bir araya getirilerek Tablo 4.35’de sunulmuştur.

Table 4.35. Öğrenme Modüllerinden Elde Edilen Öğrenci Yansımalarına İlişkin Bulgular

Tema	Alt Tema	Biyomimikri tasarım görevi Frekans (f)	Şeker çantası tasarım görevi Frekans (f)	Yelkenli triatlonu tasarım görevi Frekans (f)
Öğrencilerin Karşılaştıkları Zorluklar	Takım çalışması	4	-	-
	Karar verme	7	11	4
	Model/prototip yapımı	11	11	17
Öğrencilerin Zorlukları Çözüm Yolları	Yeni çözüm/fikir üretme	4	2	3
	Takım çalışması ve iş birliği	7	10	5
	Kriterler doğrultusunda iyileştirmeler	3	4	6
Öğrencilerin Çalışmada Öğrendikleri	İçerik bilgisi/bilimsel bilgi	12	18	19
	Mühendislik beceriler/STEM kariyer bilgisi	7	5	3
	Tasarım Becerileri	4	11	3
	Karar verme becerileri	2	-	-
	Takım Çalışması becerileri	6	-	-
	Bilim insanlarının çalışmaları	2	-	-
	Bilimsel araştırma becerileri	3	-	-
Öğrencilerin Çalışmada Sevdikleri	Takım Çalışması	3	7	4
	Tasarım görevi	6	13	8
	Çalışmanın içeriği	6	-	-
	Çalışmanın tamamı	17	2	10
Öğrencilerin Çalışmada Neleri Sevmedikleri	Tasarım görevindeki zorluklar	2	5	7
	Takım içindeki anlaşmazlıklar	1	3	1
	Kararsızlık	1	-	-
	Sevilmeyen bölüm yok	13	14	14
Öğrencilerin Çalışmada Değiştirmek İstedikleri	Tasarım görevindeki zorluklar	3	5	6
	Takım üyeleri	2	2	4
	Hiçbir şey	15	10	12

Tablo 4.35'e göre öğrencilerin karşılaştıkları zorluklar temasının alt teması olarak sunulan takım çalışmasına ilişkin yaşanan zorlukları öğrencilerin son iki öğrenme modülünde ifade etmediği görülmektedir. Öğrencilerin çalışmada öğrendiklerine ilişkin olarak takım çalışması öğrendiklerini ifade eden (n=6) öğrencilerin, benzer bir şekilde son iki öğrenme modülünde takım çalışmasına ilişkin herhangi bir ifadesi bulunamamıştır. Her ne kadar öğrencilerin çalışmada takım üyelerini değiştirmek istediklerine ilişkin bulgulara rastlansa da (modüllere göre sırasıyla; n=2, n=2, n=4) öğrencilerin büyük çoğunluğunun takım çalışmasını bir zorluk olarak görmediğini, modüller uygulandıkça takım üyeleriyle anlaşmanın bir yolunu buldukları söylenebilir.

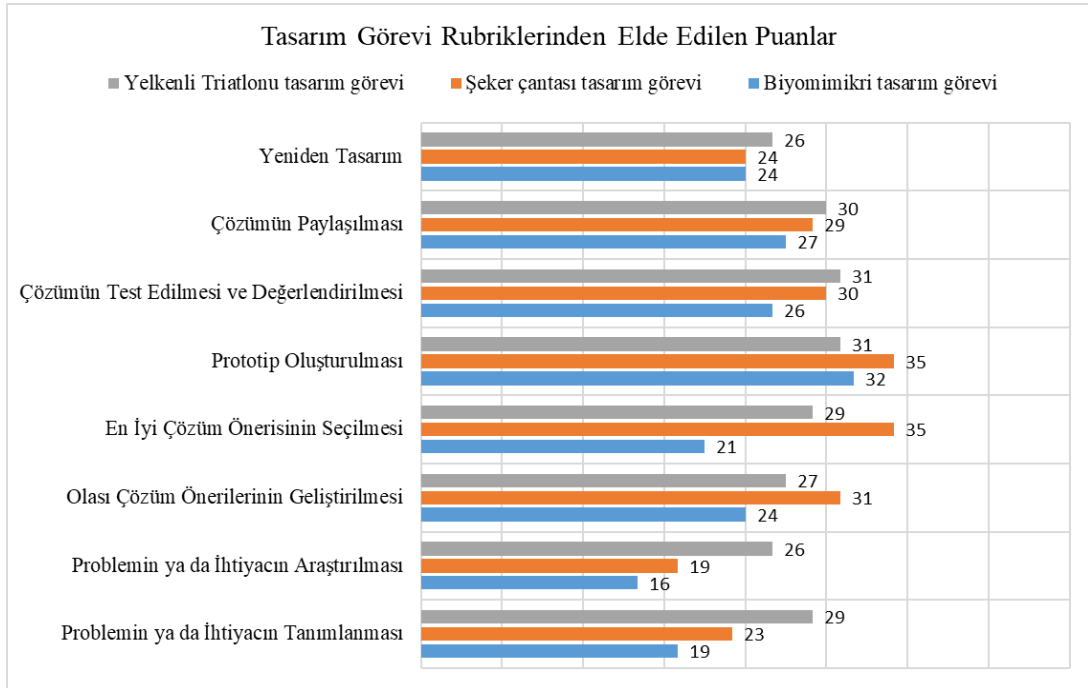
Öğrencilerin karşılaştıkları zorluklara ilişkin karar verirken zorluk yaşadıklarını belirtmişlerdir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular ve araştırmacının alan notlarıyla da desteklendiği şekilde bu zorluğun nedeninin olası çözüm önerisi seçim aşamasında takım üyelerinin kendi ürettiği önerinin seçilerek model ya da prototipinin yapılmasını istediklerinden kaynaklandığı söylenebilir. Olası çözüm önerileri bölümünde birden çok çözüm önerisi içerisinde en iyi çözüm önerisinin seçilmesi ya da takım arkadaşlarıyla birlikte yeni bir çözüm önerisi sunmaları beklenmektedir. Bu zorluğa ilişkin olarak modüllerden elde edilen bulgular her bir modülde sırasıyla öğrencilerin $n=7$, $n=11$ ve $n=4$ karar vermede zorluk yaşadığını belirtmiştir. Son modülde bu zorluğa ilişkin ifadeye belirgin bir şekilde düşüş görülmüştür. Buna paralel olarak öğrencilerin zorlukları çözüm yollarına ilişkin olarak kriter ve kısıtlamaları kullanmaları karar vermelerini kolaylaştırmış olabilir.

Öğrencilerin model/prototip yapımına ilişkin yaşadıkları zorluğa ilişkin olarak son modülde %81 oranında bildirilmiştir. Bu zorluğa ilişkin yarı yapılandırılmış bulgular ve araştırmacının gözlem notlarıyla da desteklendiği gibi yelkenli için kullanılacak tekerleğin takılmasına ilişkin zorluk nedeniyle kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte bu tür zorlukların yaşanılması mühendislik tasarım zorluğunu deneyimleyen öğrenciler için normal olduğu söylenebilir.

Tablo 4.35’de öğrencilerin karşılaştıkları zorlukları nasıl çözdüklerine ilişkin olarak kriterler doğrultusunda iyileştirmeler alt teması modüllerin uygulama sırasına göre öğrencilerin verdikleri cevaplar modüllere göre sırasıyla $n=3$, $n=4$ ve $n=6$ olarak tespit edilmiştir. Bu noktada öğrencilerin kriter ve kısıtlamaları kullanarak zorluklara çözüm ürettikleri, zaman içerisinde zorluklara çözüm bulma konusunda becerilerini arttırdıkları söylenebilir. Öğrencilerin çalışmada öğrendiği içerik bilgisine ilişkin olarak zaman içerisinde (modüllere göre sırasıyla; $n=12$, $n=18$ ve $n=19$) bir artış görüldüğü gözlenmiştir. Bu anlamda uygulanan modüllerin bilimsel içeriğin öğrenilmesine de olumlu katkısı olduğu söylenebilir.

Uygulanan modüllere ilişkin olarak genel olarak öğrencilerin çalışmaları sevdiğini, takım içerisinde zaman zaman anlaşmazlık yaşamalarına rağmen takım çalışmasından hoşlandıkları söylenebilir. Bununla birlikte öğrencilerin uygulanan modüller sırasında mühendislik tasarım rubriklerinden aldıkları puanlar karşılaştırıldığında (Şekil 4.13) problemin ya da ihtiyacın tanımlanması, problemin ya da ihtiyacın araştırılması, çözümün test edilmesi ve değerlendirilmesi, çözümlerin paylaşılması ve yeniden tasarım basamaklarından aldıkları puanlarda artış görülmüştür. Ancak olası çözüm önerilerinin

geliştirilmesi, en iyi çözüm önerisinin seçilmesi ve prototip oluşturulması basamaklarından ise aldıkları puanlarda düşme görülmüştür. Her ne kadar bu oran çok büyük olmasa bile bunun nedeni özellikle son modülde tasarım yaparken karşılaştıkları zorluklar olabilir. Buna rağmen öğrencilerin mühendislik tasarımına ilişkin olarak elde edilen bulgular ve araştırmacının gözlemlerine dayanarak öğrencilerin mühendislik tasarım becerilerini arttırdığı söylenebilir.



Şekil 4.14. Tasarım görevi rubriğinden alınan puanların modüllere göre karşılaştırılması

Yapılan uygulamalar sonucunda öğrenci yansımaları, tasarım görevi rubriği, CDED-Testi ve KÖSED-Testi ve BAHGÖ'nden elde edilen bulgular bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri doğrultusunda bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla geliştirilen öğrenme modüllerinin öğrencilerin eleştirel düşünme beceri düzeylerini artırdığı, bilimsel sorgulamaya yönelik görüşlerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Öğrencilerin FeTeMM-MYİÖ'den aldıkları puanlar arasında son-test lehine pozitif bir artış olsa da bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir.

BEŞİNCİ BÖLÜM: TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmanın amaçları doğrultusunda elde edilen bulguların sonuçlarını ilgili alanyazına dayalı tartışarak ortaya koymak ve bu alanda yapılacak diğer çalışmalara öneriler sunulmuştur.

5.1. Tartışma

Bu çalışma bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla beşinci sınıf fen bilimleri dersi ünitelerinin tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesine yönelik tasarım ilkelerini ortaya koymak, belirlenen tasarım ilkeleri doğrultusunda öğrenme modülleri geliştirmekle birlikte, bu modüllerinin uygulanma sürecinde öğrencilerin öğrenme deneyimlerine, eleştirel düşünme becerilerine, bilimsel araştırma hakkındaki görüşlerine, mühendislik tasarım süreci becerilerine ve STEM mesleklerine yönelik ilgilerine olumlu ya da olumsuz katkılarını belirlemektir.

Tasarım tabanlı araştırma eğitim araştırmalarının etkisini, aktarılmasını ve gelişmiş uygulamalara dönüştürülmesini amaçlayan eğitimciler tarafından geliştirilmiş ve yine eğitimciler için tasarlanmış bir metodolojidir (Anderson ve Shattuck, 2012). Bu amaçla bu çalışma öğretim uygulamalarının tasarımı, hayata geçirilmesi ve değerlendirilmesini içeren yinelemeli bir döngü (DBRC, 2003; Hoadley, 2004) içermekle birlikte öğrenme ortamlarında uygulama sorunlarına çözüm geliştirerek tasarım ilkelerinin tanımlanması ile bütünleştirmektedir (Herrington ve diğ., 2007). Her ne kadar bu araştırmanın odak noktasında mevcut fen bilimleri derslerinin bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanması, tasarlanan öğrenme modüllerinin yinelemeli döngüler yoluyla uygulanması, bu süreçte hem geliştirilen modülün hem de öğrencilerin farklı beceriler açısından değerlendirilmesi olsa da, bunları gerçekleştirebilmek için öncelikli amaç teoriye dayalı olarak bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla bir ünite ya da dersin tasarlanmasına ilişkin tasarım ilkelerini ortaya koymaktır.

Bu çalışmada ortaya konulan tasarım ilkelerinin ve bu doğrultuda geliştirilen öğrenme modüllerinin uygunluğu, uzman görüşlerinin alınması ve öğrenme modüllerinin uygulanması sonucunda araştırmanın çalışma grubu ve araştırmacı-öğretmenin alan notlarından elde edilen bulgularla doğrulanmaya çalışılmıştır. Tasarım ilkelerinin geliştirilmesi öncelikle araştırmanın ön hazırlık aşamasında gerçekleştirilen alanyazın taramasından elde edilen sonuçların analizine dayanmaktadır. İlkelerin ortaya konulmasında ve öğrenme modüllerinin geliştirilmesi sürecinde tersine tasarım (Wiggins

ve McTighe, 2005) yaklaşımı temel alınmıştır. Bu yaklaşım araştırmacıya bir yol haritası sağlamış aynı zamanda öğrenme modülleri Wendell ve diğerlerinin (2010) öğretim programının tasarlanmasına yönelik modeli ile birlikte araştırmacıya rehberlik etmiştir. Tasarım ilkelerinin geliştirilmesi sürecinde bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkelerinin mevcut fen bilimleri öğretim (MEB, 2018) programı ile uyum içerisinde teoriye dayalı, uygulanabilir bir çerçeve oluşturulmaya özen gösterilmiş, bu çerçeve doğrultusunda da öğrenme modülleri geliştirilmiştir. Araştırmada bir ünite ya da dersin bütünleşik STEM eğitimi ile tasarlanmasına ilişkin tasarım ilkeleri üç bölüm içerisinde sınıflandırılmıştır.

5.1.1. Öğrenme Hedefleri ve Arzu Edilen Çıktılara İlişkin Tartışma

Bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri içerisinde *Türk Milli Eğitimin Amaçları ve Genel İlkeleri ile mevcut müfredata uygun esnek içerik*, bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla bir ünite ya da ders planlanırken içeriğin belirlenmesi aşamasında uyulması gereken yasal yükümlülüklerle ve eğitimde ülke genelinde birliğin sağlanabilmesi ve milli hedeflere ulaşmada bir sorumluluk anlamını taşımaktadır. Ancak ülkemizde yer alan çalışmalar incelendiğinde bu konuya herhangi bir atf yapılmadığı tespit edilmiştir.

Bütünleşik STEM eğitimi hedefleri ve arzu edilen öğrenme çıktıklarına yönelik olarak belirlenen ilkelere diğer *STEM okuryazarlığı ve disiplinler arasında bağlantı* olarak belirlenmiştir. Honey ve diğerleri (2014) bütünleşik STEM hedeflerinin STEM disiplinlerine ait kavramsal bilginin öğrenilmesinin ötesinde STEM disiplinleri arasındaki bağlantıları arzu edilen öğrenme çıktıkları ve STEM eğitiminin hedefleri içerisinde konumlandırmaktadır. Her bireyin STEM okuryazarı olarak yetişmesi gerektiğine ilişkin olarak alanyazında gittikçe artan çalışmalara rastlamak mümkündür (Balka, 2011; Bush, 2019; Bybee, 2010; Honey ve diğ., 2014; Johnson ve diğ., 2020; Morrison, 2006; Zollman, 2012). Bu çalışmalarda her vatandaşın STEM okuryazarı olarak yetişmesi gerektiği belirtilmiştir. STEM okuryazarlığı aynı zamanda disiplinler arasında bağlantılar yapmayı gerektirir. Özellikle bu yaş grubundaki öğrenciler bu bağlantıları kendileri yapamadığı için STEM dersleri uygulanırken vurgulanmalıdır (Moore ve diğ. 2016). Dolayısıyla STEM okuryazarlığı bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla bir ünite ya da ders tasarlanırken öğretmenler tarafından dikkate alınmalıdır. Diğer yandan uygulamalar sırasında öğrencilere disiplinler arasındaki bağlantıların açık bir şekilde öğretmen tarafından vurgulanması önemlidir.

Bir diğer ilke *analitik düşünme becerileri ve 21. yy. yeterliklerinin uygulamalara açık entegrasyonu* olarak belirlenmiştir. Analitik düşünme becerileri olarak alanyazında

vurgulanan benzerlik ve farklılıklarına göre karşılaştırma, sebep sonuç ilişkisi, parça bütün ilişkisi kurma, sınıflama ve sıralama becerilerine (Dilekli, 2019; Swartz ve diğ., 2008) atıf yaparken 21.yy. becerileri içerisinde vurgulanan eleştirel düşünme, iletişim, yaratıcılık ve iş birliği becerilerine (P21, 2019) işaret etmektedir. Bununla birlikte bu becerilerle birlikte analitik düşünme ve eleştirel düşünme becerilerinin kullanılmasını gerektiren problem çözme ve karar verme becerilerinin (Dilekli, 2019; Swartz ve diğ., 2008) bütünleşik STEM eğitimi uygulamalarında görünür bir şekilde yer alması önemlidir. Esasen yukarıda sayılan düşünme becerilerinin neredeyse tamamı mühendislik tasarım zorluklarının içerisine dahil olan öğrenciler tarafından sürecinin adımlarında kullanılmaktadır. Ancak bu becerilerin kullanılması daha çok öğrencilerin zihin alışkanlıklarının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Swartz ve diğ., 2008). Bu nedenle eğitimciler tarafından bu becerilerin uygulamalar yoluyla görünür kılınması, mühendislik tasarım süreci basamaklarının içerisine açık bir şekilde dahil edilmesi öğrencilerin bu becerilerini artıracaktır. Yapılan bu çalışmada bu öngörüye destekleyen kanıtlara ulaşılmıştır. Düşünme becerilerinin açık entegrasyonu ile tasarlanan öğrenme modülleri öğrencilerin nasıl düşüneceklerine ilişkin ipuçları vermektedir. Uygulama sırasında da öğretmen tarafından bu becerilerin nasıl kullanılacağı sıklıkla vurgulanmıştır. Sonuç olarak mühendislik tasarım tabanlı STEM dersleri öğrencilerin bilim içeriği ile ilgili yorumlama, analiz ve sonuç çıkarma gibi eleştirel düşünme becerilerini geliştirmiştir. Bu sonuç, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin artmasının STEM çalışmaları ile olumlu ilişkili olduğu sonucuna ulaşılan alanyazındaki diğer çalışmalarla tutarlıdır (Baharin, Kamarudin ve Manaf., 2018; Duran ve Şendağ, 2012; Mutakinat ve diğ., 2018; Oonsim ve Chanprasert, 2017; Rahmawati ve diğ., 2019; Waddell, 2019).

Çalışmada öğrenci yansımalarından elde edilen bulgular da öğrencilerin 21. yy. gelişimine ilişkin olarak deliller sunmuştur. Çalışmadan elde edilen bulgular öğrencilerin takım çalışmasıyla ilgili yakınmaları modüller ilerledikçe azalmış, karşılaştıkları sorunları yine takım çalışmasıyla iş birliği yaparak çözdüklerini işaret etmektedir. Çalışmada takımından memnun olmayan ya da takım üyelerinden birini ya da bir kısmını değiştirmek istediğini belirten öğrenciler de bulunmaktadır. Bu öğrenciler istedikleri arkadaşlarıyla birlikte aynı grupta yer alamamaktan ya da takım üyesi olan arkadaşlarıyla anlaşamadıklarını belirtmişlerdir. Benzer anlaşmazlıklar Çavuş ve Özden (2012) ve Pekbay'ın (2017) çalışmalarında da belirtilmiştir. Bu çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi sürecinde takımları birbiriyle karşılaştırabilmek amacıyla takım üyelerinin değişimine izin verilmemiştir. Dolayısıyla öğretmenler zaman zaman takım

üyelerinin değişimine izin verebilir. Bu hem öğrencilerin belirli bir süre için istedikleri arkadaşlarıyla çalışmasına hem de farklı takım üyeleriyle iş birliği becerilerinin artmasını sağlayabilir. Öğrenci yansımalarından elde edilen bulgulardan bir tanesi de karar verme becerilerine işaret etmiştir. Öğrenciler en fazla kararsızlığı ikinci modülde yaşamışlardır. İkinci öğrenme modülünde öğrencilerin hem seçim fırsatları hem de çözüm önerilerine ilişkin mühendislik zorlukları üst seviyedeydi. Ancak öğrenciler bu zorluğu kriter ve kısıtlamaların yer aldığı karar verme matrislerini kullanarak çözdüklerini ifade etmişlerdir. Dolayısıyla öğrenme modüllerinde yer alan bu matrislerin öğrencilerin karar vermelerine yardımcı olduğu sonucuna varılmıştır. Brunsell (2012) karar verme matrislerinin çözümün analiz edilmesi ve optimizasyonu basamaklarında öğrencilere faydalı olabileceğini belirlemiştir. Dolayısıyla bu çalışmada kullanılan karar verme matrislerinin Brunsell'in (2012) görüşünü desteklediği söylenebilir.

STEM mesleklerine ilgi öğrenme hedefleri ve arzu edilen çıktılar içerisinde konumlandırılmış bir diğer ilke olarak belirlenmiştir. Yayımlanan birçok rapor neredeyse tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de STEM mesleklerine gelecekteki ihtiyacın hızla arttığını göstermektedir (Akgündüz ve diğ., 2015; PwC, 20187). Bu doğrultuda öğrencilerin STEM ilgilerini arttırabilmek amacıyla öğrenme modülleri içerisinde yer alan senaryo da öğrencilere çeşitli STEM mesleklerine ilişkin roller verilmiştir. Bununla birlikte STEM alanında çalışan uzmanlar ikinci modülün uygulanması sırasında derse katılmışlardır. Elde edilen bulgular öğrencilerin ilgisinin bu derslere yönelik oldukça fazla olduğunu göstermektedir. FeTeMM-MYİÖ'den elde edilen bulgular sonucunda öğrencilerin diğer fen, matematik ve teknoloji alanlarına göre en çok mühendislik alanından elde ettiği puanlar son test lehine daha yüksektir. Elde edilen bu sonucun alanyazında STEM eğitimi dersleri ve uygulamalarının öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerinin arttırdığını (Aydın, Saka ve Guzey 2017; Gökbayrak ve Karışan, 2017; Gülhan ve Şahin, 2016) vurgulayan çalışmalarla uyumlu olduğu söylenebilir.

5.1.2. Değerlendirmeye İlişkin Tartışma

Bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri içerisinde öğrenme hedefleri ve arzu edilen çıktıların değerlendirilmesi için *çok yönlü değerlendirme* yapılması gerekmektedir. Günümüzün karmaşık problemlerini çözme becerilerine sahip olmasını istediğimiz öğrencilerin öğrenme çıktılarının değerlendirilmesi de birbirinden farklı becerilerin ölçülmesi ve değerlendirilmesi sürecini gerektirmektedir. Bu farklı beceriler sonuçların ve sürecin değerlendirildiği bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır. (Vasquez, 2013; Yıldırım,

2018). Bununla birlikte alanyazında STEM uygulamalarının akademik başarıyı olumlu etkilediğine yönelik yapılan çalışmalara sıklıkla rastlanmaktadır (Biçer, Capraro ve Capraro, 2017; Ceylan, 2014; Olivarez, 2012; Pekbay, 2017; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014; Yıldırım ve Altun, 2015). Biçer ve diğerleri (2017) yapmış oldukları çalışmada fen ve matematik hedeflerinin bir araya getirildiği hiyerarşik bir model sunmuşlar bu modelin diğer modellere göre daha anlamlı sonuçlara ulaştırdığını belirtmişlerdir. Ancak fen, matematik teknoloji ve mühendislik hedeflerinin bir araya getirilerek ölçüldüğü bir modelin eksikliği halen eğitimciler için bir zorluk olarak bulunmaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın süresi ve kapsamı düşünüldüğünde tüm disiplinlere ilişkin hedeflerin ölçülmesi mümkün olmamıştır. Yine de çalışmada geliştirilen eleştirel düşünme becerilerini fen bilimleri içeriği kullanarak ölçmeyi amaçlayan iki aşamalı testler, mühendislik tasarım süreci becerilerini öğrenme modülüne ve öğrenci ürünlerine dayalı olarak ölçmeyi amaçlayan tasarım süreci değerlendirme rubriklerinin alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada yapılan değerlendirmenin birincil amacı geliştirilen modüllerin güçlü ve zayıf yanlarını bulmaktır. Öncelikle öğrencilerden açık uçlu sorularla elde edilen yansımalar ve yarı yapılandırılmış görüşmeler bu amaçla kullanılmıştır. Elde edilen bulgular bütüncül bir yaklaşımla değerlendirildiğinde öğrencilerin mühendislik tasarım tabanlı STEM uygulamalarına katılmaktan hoşlandıkları söylenebilir. Elde edilen bu sonuçlar alanyazındaki diğer çalışmalar (Doğan, Gencer ve Bilen, 2017; Dubetz ve Wilson, 2013; Gülhan ve Şahin, 2018; Pekbay, 2017; Weber, 2011) ile uyumludur. Bu noktada geliştirilen öğrenme modüllerinin öğrenciler için ilgi çekici ve eğlenceli olduğu söylenebilir. Bu sonuç çok da alışılabilir bir sonuç değildir, çünkü öğrencilerin aktif olarak katıldığı diğer tüm çalışmalar gibi STEM uygulamalarına katılmak öğrencilerin ilgisini çekmektedir.

5.1.3. Öğrenme Deneyimleri ve Öğretimin Planlanmasına İlişkin Tartışma

Öğrenme deneyimleri ve öğretimin planlanması ilişkin olarak belirlenen ilkelerden bir tanesi *bilimsel araştırma-sorgulama temelinde mühendislik uygulamaları* olarak belirlenmiştir. Lederman'ın (2009) bilimsel süreç becerilerinin bilimsel bilgiyi geliştirmek için fen bilimleri dersi içeriği, yaratıcılık ve eleştirel düşünmenin birleşimi olarak tanımladığı bilimsel sorgulama, bu çalışmada öğrenme modülleri içerisinde yer alan deneyler ve etkinlikler yoluyla öğrencileri bilimsel sorgulamanın içerisine dahil edilmiştir. Bu deneyler ve etkinlikler eleştirel düşünme becerilerinin açıkça vurgulandığı uygulama süreci ve öğrencilerin düşünme becerilerini sergileyebileceği durumlara odaklanmıştır.

Ders kitaplarında yer alan bilimsel deneyler sadece bilimsel araştırma- sorgulamanın deneyler yoluyla yapılabileceği gibi algı oluşturmaktadır (Lederman, Lederman ve Antink, 2013). Bu nedenle bu çalışma da bilimsel deneylerin yanı sıra öğrencilerin basılı kaynakların taranması, gözlem yapma gibi farklı yöntemlerde yer almıştır. Ayrıca bilim insanlarının çalışmaları ve mühendislerin çalışmalarına açık bir vurgu yapılarak, öğrencilerin mühendislik tasarım sürecindeki görevleri yerine getirirken aynı zamanda bilimsel sorgulamaya dahil edilmesi sağlanmıştır. Bu anlamda hem düşünme becerileri hem de bilimsel sorgulamaya yönelik öğrenci görüşlerin pozitif yönde etkilenmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Buna yönelik olarak öğrencilerden eleştirel düşünme becerileri testleri ve bilimsel sorgulamaya yönelik görüş ölçeğinden elde edilen sonuçlar birbirini desteklemektedir. Hem eleştirel düşünme becerileri testi hem de bilimsel sorgulamaya yönelik elde edilen bulgular son-test puanlarını pozitif yönde etkilemiştir. Bu bulgu öğrenme modüllerinin bilimsel sorgulamaya yönelik öğrenci görüşlerini olumlu yönde değiştirdiği anlamına gelmektedir. Bu çalışmanın ön-test sonuçları, öğrencilerin bilimsel sorgulamaya yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla Lederman, Lederman, Bartels ve Jimenez (2019) tarafından aralarında Türkiye'nin de olduğu on sekiz ülkede yapılan çalışmanın sonuçları ve ülkemizde ortaokul öğrencileriyle yapılan müdahale içermeyen, var olan durumu ortayı koymayı amaçlayan betimsel çalışmalar ile de uyumludur (Doğan, Han-Tosunoğlu, Özer ve Akkan, 2019). Mühendislik tasarım tabanlı STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan öğrenme modüllerinin uygulanmasından sonra öğrencilerin bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşlerinin Lederman ve diğerlerinin (2019) ve Doğan ve diğerlerinin (2017) elde ettikleri bulgulara göre bu çalışmaya katılan öğrencilerin lehine değiştiği gözlenmiştir. Dolayısıyla mühendislik tasarım tabanlı STEM eğitimi ile uygulanan ünitelerin öğrencilerin bilimsel görüşlerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Mühendislik tasarım zorlukları öğrenciler için vazgeçmeyecekleri kadar zor ya da üst düzey düşünme becerilerini kullanamayacakları kadar kolay olmamalıdır. Dolayısıyla *sınıf seviyesine duyarlı mühendislik tasarımı zorlukları* ilkesi tam da bu noktayı vurgulamaktadır. Öğretmenler sınıf seviyesini göz önüne alarak planlama yapmalıdır (NRC, 2009). Bununla birlikte öğrencilerin ilkokuldan itibaren takım çalışması içerisinde yer almaları ve mühendislik tasarım zorluklarının içerisine dahil olmaları yaşanan zorlukların en büyük nedeni olduğu söylenebilir.

Öğrencilerin takım çalışmasına katılmaları kadar bireysel olarak da çalışmalarını hem öğretmen açısından bireysel gelişimlerini değerlendirmek, hem de öğrencilere yalnız çalışma fırsatları açısından önemlidir. *Birlikte ve bireysel öğrenme fırsatları* ilkesi

öğrencilerin hem takım içerisinde çalışmaları hem de takım hedefleri için bireysel çalışmaları gerektiğine vurgu yapmaktadır. Öğrenci yansımalarından elde edilen bulgular öğrencilerin çalışmada bilimsel bilgi, mühendislik alanına ilişkin bilgi, tasarım becerileri, bilim insanlarının çalışmalarına ilişkin öğrenmelerinin yanında takım çalışmasını da öğrendiklerini göstermiştir.

Mühendislik tasarım görevini gerçekleştirmek için öğrencilerin ihtiyaç duydukları bilgiyi elde etmek için mini deneyler ve etkinliklerin yanında farklı *bilgi kaynaklarına kolay erişimleri* de sağlanmalıdır. Bu bilgiler STEM disiplinlerinin ötesine de geçebilir. Ancak öğretmenin bu noktada öğrencilerin asıl büyük hedeften sapmalarını engellemelidir. Ayrıca güvenilmeyen bilgi kaynaklarını ayırt etmeleri için fırsatlar sunmaktadır. Bu çalışmada ek bir bulgu olarak öğrencilerin çevrim içi ortamlarda nasıl arama yapacaklarını yeterince bilmemeleri ve hangi internet sayfalarının güvenilir olduğunu tanımamalarına ilişkindir. Bu nedenle öğretmenlerin ayrıca medya okuryazarlığına ilişkin olarak bilgilerini geliştirmeleri faydalı olacaktır.

İhtiyaçlara yönelik öğrenme ortamı öğrenme deneyimleri ve öğretimin planlanması içerisinde yer alan bir ilke olarak belirlenmiştir. STEM eğitimi yaklaşımıyla derslerin yürütülmesi sırasında öğrencilerin kullanabilecekleri çeşitli el aletleri, birlikte çalışabilecekleri sıra, internet erişimi olan bilgisayar, tablet, akıllı telefonlar, yazılımlar, ihtiyaç duyulması halinde sensörler ve robot kullanımında ilişkin alanyazında birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak bu materyallerin birçoğu devler okullarında bulunmamaktadır. Sadece sorunun kaynağı malzeme değil aynı zamanda bu materyalleri kullanabilecek öğretmenle de ilişkilidir. Bu nedenle STEM uygulamaları tasarlanırken bu koşulların mutlaka göz önüne alınması gerekir. Yapılan bu çalışma MEB'e bağlı ekonomik açıdan alt-orta seviyeden oluşan bir bölgede gerçekleştirilmiştir. Mevcut koşullar içerisinde STEM eğitiminin uygulanmasına yönelik bir kavramsal çerçeve ve öğrenme modülleri geliştirilmiş, ihtiyaç duyulan eğitim materyali öğretmen-araştırmacı tarafından sınıfa getirilerek karşılanmıştır. Bu noktada öğretmenlerin gözden kaçırmamaları gereken en önemli nokta STEM eğitiminin öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerinin gelişimine olan katkısıdır. Öğrenme ve öğretme etkinlikleri planlanırken eğitim uygulamaları için gereken ihtiyaçlar ve bu ihtiyaçların karşılanması göz önünde bulundurulmalıdır.

Bütünleşik STEM eğitimi tasarım ilkeleri içerisinde yer alan *otantik/gerçek yaşam bağlamıyla uyumlu etkinlikler* bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan ve uygulanan ünite ya da derslerin gerçek yaşamla uyumlu olmasına vurgu yapmaktadır.

Yapılan bu çalışmada geliştirilen öğrenme modülleri içerisinde yer alan senaryolar gerçek yaşamla ilişkilendirilmiştir. Alanyazında yer alan çalışmaların birçoğu problemlerin gerçek yaşam sorunlarına odaklanması gerektiğini ifade etmektedir (Burrows ve diğ., 2018; Çorlu, 2017; Dare, Ellis ve Rohring, 2018; Meyrick, 2011, Nadelson ve Seifert, 2013; Yıldırım, 2018). Çünkü bu gerçek yaşamda bu problemler bilim insanları ve mühendisler tarafından çözülen problemlerdir (Moore, Johnston ve Glancy, 2020). Böylece öğrenciler hem bilim insanlarının nasıl çalıştıklarını hem de mühendislerin çalışmalarına ilişkin anlayışlarını geliştirme fırsatı bulurlar. Yapılan bu çalışmada öğrenme modüllerine yönelik öğrenci yansımalarından elde edilen bulgular öğrencilerin öğrendiklerine ilişkin olarak bilim insanlarının çalışmaları ve mühendisliğe ilişkin görüşlerini ayrı ayrı bildirmeleri, öğrencilerin hem bilim hem de mühendisliğe ilişkin çalışmaları ayırt edebileceği anlamına gelmektedir.

Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla öğretim planlanırken *öğrenci merkezli strateji ve yöntemler* seçilmelidir. Alanyazında yapılan çalışmalar STEM disiplinlerinin entegrasyonunu öğretebilmek için öğretme pedagojilerinin genellikle aktif öğrenme ve öğrenme merkezli olması gerektiğine yöneliktir (Guzey ve diğ., 2016; Johnson, Peters-Burton, Moore ve diğ., 2016; Yıldırım, 2018). Bununla birlikte proje ve probleme dayalı öğrenme yöntemlerine vurgu yapsa da bu iki kavramın kullanımı tutarlı olamamakla beraber birçok çalışmada bu kavramlar neredeyse eş anlamlı olarak kullanılmıştır (Moore, Johnston ve Glancy, 2020). Çalışmalarda tasarım tabanlı ya da mühendislik tasarım tabanlı öğrenme yöntemlerine de vurgu yapılmıştır (Guzey ve diğ., 2016; Wendell ve diğ., 2010). Bu çalışma da mühendislik tasarım tabanlı STEM eğitimi yaklaşımı öğrenme modüllerinin geliştirilmesinde ve uygulama sürecinde benimsenmiştir. Uygulamada öğrencilerin takip edebileceği pratik bir model hem de öğretmen için bir kılavuz sağlaması açısından Wendell ve diğerlerinin (2010) modeli takip edilmiştir.

Bu çalışmada *anlamlı içerik entegrasyonu* (Bryan ve diğ., 2015) yaklaşımı temel alınarak ana disiplin olarak fen bilimleri dersi ile matematik ve mühendislik/teknoloji tasarım disiplinlerinin içeriğinin mühendislik bağlamında bütünleşmesini ifade etmektedir. Öne sürülen bu yaklaşımda mevcut müfredat çerçevesinde, okullarda ayrık disiplinler olarak yürütülen dersler ve dersler için ayrılan süre ile fen bilimleri dersi öğretmenlerinin bir alana yönelik olarak mezuniyet dereceleri dikkate alınmıştır.

Bütünleşik STEM eğitimine ilişki öne sürülen yaklaşımlar dikkate alındığında iki ya da daha fazla disiplinin entegrasyonu (Kelley ve Knowles, 2016; Louis ve diğ., 2017; Moore ve diğ., 2014; Thibaut, Knipprath, Dehaene ve Depaepe, 2018) ya da STEM

disiplinlerinin tamamının bütünleşmesine vurgu yapan çalışmalar vardır (Burrows et al., 2018; Moore ve Smith, 2014; Yıldırım, 2018). Ancak bu noktada dikkat edilmesi gereken husus “daha fazla bütünleşme mutlaka daha iyi değildir” (Honey ve diğ., 2014, s.5). Bu nedenle öğretmenlerin STEM disiplinleri arasında daha fazla bütünleşmeyi sağlamak için fen bilimleri içeriğini etkin bir şekilde öğretmeyi sağlayan yöntemleri göz ardı etmemeleri gerekir.

STEM öğrenme ortaklıkları bütünleşik STEM eğitimi uygulamaları için eşsiz fırsatlar sunmaktadır. STEM alanında çalışan uzmanları sınıfa getirmek gibi pedagojileri kullanmak (Myers, 2015), STEM uzmanlarını dersin bir bölümünü vermeleri için davet etmek, rol model olmaları açısından önemlidir (Rittmayer ve Beier, 2009). Bu çalışmada sınıfa davet edilen STEM alanında çalışan uzmanların katıldığı derse ilişkin olarak elde edilen bulgular öğrencilerin bu derslerden olumlu yönde etkilendiklerini göstermektedir. Bununla birlikte öğretmen-araştırmacının deneyimleri, okul dışındaki kuruluşlarla, mühendislik odaları, organize sanayi bölge müdürlükleri, meslek odaları vb. öğretmenlerin daha gerçekçi bir bağlam hazırlamalarına yardımcı olunabileceğini göstermektedir.

5.2. Sonuçlar ve Öneriler

5.2.1. Sonuçlar

Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla fen bilimleri dersi ünitelerinin tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesini içeren bu çalışma elde edilen sonuçlar açısından iki bölümde incelenebilir. Birincisi belirlenen tasarım ilkeleri öğrenme modüllerinin geliştirilmesi için bir çerçeve sağlamıştır. Bununla birlikte öğrenme modüllerinin geliştirilmesi sırasında Wiggins ve McTighe (2005) tarafından önerilen tersine tasarım yaklaşımı ve Wendell ve diğerlerinin (2010) yaklaşımı benzerlik göstermekle birlikte bu çalışmada her iki yaklaşımın özelliklerinin kullanılması öğrenme modüllerinin tasarlanması sürecinde araştırmacıya kolaylık sağlanmıştır.

Alanyazından elde edilen bulgular bütünleşik STEM eğitimi için, disiplinlerin bütünleşme derecesi ve şeklinin nasıl ve ne şekilde olması gerektiği üzerinde araştırmacılar tarafından görüş birliğine varılamamıştır. Ancak bütünleşik STEM eğitiminin hedefleri ve öğrenme çıktıları için geniş ölçüde bir konsensüs sağlandığı söylenebilir. Bu hedef ve öğrenme çıktıları arasında en çok vurgu yapılanlar STEM okuryazarlığı, 21. yy. becerileri, disiplinler arasında bağlantı kurma becerisidir. Bununla birlikte bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla bir ünite ya da dersin değerlendirilmesine ilişkin olarak sıklıkla sonuç ve sürecin değerlendirildiği yaklaşımlar vurgulanmaktadır. Öğrenme deneyimleri ve

öğretimin planlanması için hem alanyazından hem de bu çalışmanın uygulanması sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda bilimsel sorgulama ve mühendislik tüm bu uygulamaların merkezinde yer almalıdır. Bu yönde bir yaklaşım öğrencileri bilim insanı gibi sorgulamaya sevk ederken aynı zamanda mühendis gibi çalışarak insanların bir problemini çözmek için mühendislik tasarım zorluklarına dahil etmektedir.

İkincil olarak öğrenme modüllerinin uygulanması sonucunda öğrencilerin öğrenme deneyimlerden elde edilen sonuçlar oldukça umut vericidir. Geliştirilen modüllerinin öğrencilerin STEM disiplinlerine ilişkin kavramsal öğrenmelerinin yanında eleştirel düşünme becerilerini, bilimsel sorgulama hakkındaki görüşlerini ve STEM mesleklerine yönelik ilgilerini arttırdığı sonucuna varılabilir. Bununla birlikte öğrencilerin takım çalışması, iletişim becerileri, problem çözme ve karar verme becerilerini desteklediği ayrıca öğrencilerin mühendislik tasarım sürecine yönelik olarak becerilerini arttırdığı söylenebilir.

5.2.2. Uygulayıcılara Yönelik Öneriler

1. STEM eğitimi yaklaşımıyla derslerin uygulanma süreleri dikkate alındığında fen bilimleri ders saatleri arttırılmalı ya da bilim uygulamaları dersi zorunlu ders olmalıdır.
2. Dersliklerin mevcut durumu göz önüne alındığında tasarım atölyeleri tüm okullara yaygınlaştırılmalıdır.
3. Öğrencilerin yeni teknolojilerle tanışmalarını sağlamak için hem bu yöndeki okullardaki ihtiyaçlar karşılanmalı hem de ihtiyaç bilişim öğretmenleri ile fen bilimleri dersi öğretmenlerinin aynı anda derslere katılabilmeleri için yasal düzenlemeler yapılmalıdır.
4. Fen, matematik, bilişim, teknoloji ve tasarım dersi öğretmenlerinin STEM eğitimi alanında yeterli bilgi ve donanıma sahip olmaları amacıyla hizmet içi eğitim yoluyla gelişimleri sağlanmalıdır.
5. Öğretim programları ortak kavramlar etrafında yeniden düzenlenerek öğretim programları bu kavramlara göre oluşturulmalıdır.
6. Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla bir ünitenin tasarlanması, uygulanmasına ve değerlendirilmesine ilişkin olarak tek bir yol ya da yöntem yoktur. Alanyazından elde edilen bulgular proje, problem, tasarım tabanlı ya da mühendislik tabanlı STEM eğitimlerinin etkisini vurgulamaktadır. En uygun modeli uygulayıcı olarak öğretmen bulunduğu şartlar ve kendi bilgi ve becerisiyle oluşturacaktır.
7. Mühendislik tasarım tabanlı STEM eğitimi uygulamaları sırasında öğrencilerin kendi düşünme becerilerinin farkına varmaları için bu yönde etkinliklere yer verilmelidir.

8. Takım çalışmasına yabancı olan öğrenciler için beden eğitimi derslerinde mutlaka takım çalışmasının önemin kavranmasına yönelik etkinlikler düzenlemelidir.
9. Diğer ders öğretmenleri ile bir STEM ünitesi tasarlanmadan önce mutlaka görüşleri alınmalıdır. Bu hem tasarlanan etkinliklerin kalitesini arttıracak hem de öğrencilerin hazırlanacak etkinliklerde diğer disiplinlere ait uygulamalar için hazırbulunuşluk seviyelerini anlamak için fikir verecektir.

5.2.3. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

1. Bu çalışma ortaokul beşinci sınıflarda öğrenim gören 22 öğrenciyle yürütülmüştür. Daha büyük çalışma grupları ve farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin üzerine etkisi araştırılabilir.
2. Çalışma canlılar dünyası ve kuvvetin etkileri ve sürtünme üniteleriyle sınırlıdır. Diğer ünitelere yönelik olarak bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanan ünitelerin öğrenciler üzerine etkisi araştırılabilir.
3. Bu çalışma mevcut fen bilimleri dersi ünitelerinin bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımıyla tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesine yönelik bir çalışma olması nedeniyle her ne kadar içerik esnetilmiş olsa da mevcut fen bilimleri öğretim programına bağlı kalmadan bir öğretim programı hazırlanarak etkisi ölçülebilir.
4. Çalışmanın uygulandığı okulun imkanları doğrultusunda bu çalışmada yeni teknolojilerin kullanımı sınırlıdır. Teknoloji entegrasyonunun daha yoğun olarak yer aldığı uygulamalar ve öğrenciler üzerindeki etkilerine yönelik bir çalışma yapılabilir.
5. STEM eğitimi alanında ortak bir terminolojinin oluşturulması için bu alanda çalışan araştırmacılar tarafından girişimde bulunulması önemlidir. Ortak bir dilin olamaması uygulayıcılar üzerinde artan kafa karışıklığına neden olmaktadır.

KAYNAKÇA

- Abdallah, M. M. S. (2011). *Web-based new literacies and EFL curriculum design in teacher education: A design study for expanding EFL student teachers' language-related literacy practices in an Egyptian pre-service teacher education programme*. Unpublished doctoral dissertation. University of Exeter Graduate School of Education, Exeter. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED523062.pdf>
- Abdallah, M. M., & Wegerif, R. B. (2014). *Design-based research (DBR) in educational enquiry and technological studies: A version for PhD students targeting the integration of new technologies and literacies into educational contexts*. Institute of Education Sciences. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=ED546471>
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M., Öner, T., ve Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günümüz modası mı yoksa gereksinim mi?*. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi. <https://www.researchgate.net/publication/281098450> sayfasından erişilmiştir.
- Akgündüz, D., (2018). *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi*. Ankara: Anı yayıncılık.
- Allegretti, C. L., & Frederick, J. N. (1995). A model for thinking critically about ethical issues. *Teaching of Psychology*, 22, 46-48. Retrieved from https://doi.org/10.1207/s15328023top2201_14
- American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1990). *Project 2061-science for all Americans*. 07 Şubat 2017 tarihinde <http://www.project2061.org/publications/sfaa/default.htm?nav> sayfasından erişilmiştir.
- Amiel, T., & Reeves, T. C. (2008). Design-based research and educational technology: Rethinking technology and the research agenda. *Educational Technology and Society*, 11, 29–40. Retrieved from www.jstor.org/stable/jeductechsoci.11.4.29
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16-25. doi:10.3102/0013189X11428813
- Aşık, G., Doğança Küçük, Z., Helvacı, B. & Corlu, M. S. (2017). Integrated teaching project: A sustainable approach to teacher education, *Turkish Journal of Education*, 6(4), 200-215. doi: 10.19128/turje.332731
- Ayar, M. C. (2015). First-hand experience with engineering design and career interest in engineering: An informal STEM education case study. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15, 1655–1675. Retrieved from <http://www.estp.com.tr/>
- Aydın, G., Saka, M., ve Guzey, S. (2017). 4-8. sınıf öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM= FeTeMM) tutumlarının incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 787-802. DOI: <http://dx.doi.org/10.17860/mersinefd.290319>

- Ayres, D., C. (2016). *A collaborative integrated STEM teaching: Examination of a science and math teacher collaboration on an integrated STEM unit*. Unpublished doctoral dissertation. Purdue University, West Lafayette, IN.
- Bannan-Ritland, B. (2003). The role of design in research: The integrative learning design framework. *Educational Researcher*, 32(1),21-24. Retrieved from <https://doi.org/10.3102/0013189X032001021>
- Baharin, N., Kamarudin, N., & Manaf, U. K. A. (2018). Integrating STEM education approach in enhancing higher order thinking skills. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(7), 810–822. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.6007/IJARBS/v8-i7/4421>
- Balka, D. (2011). Standards of mathematical practice and STEM. *Math–Science Connector*, pp. 6–8. Retrieved from <http://ssma.play-cello.com/wp-content/uploads/2016/02/MathScienceConnector-summer2011.pdf>
- Barakos, L., Lujan, V., & Strang, C. (2012). *Science, technology, engineering, mathematics (STEM): Catalyzing change amid the confusion*. Center on Instruction. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED534119.pdf>
- Baykara, H. (2019). *Öğretmen Adaylarının Bilimsel Araştırmaya ve Dünyayı Algılamaya Yönelik Görüşleri: Türkiye ve Tayvan Örneği*. Yayınlanmamış doktora tezi. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Benyus, J. M. (2002). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. New York: Harper Collins e-books.
- Biomimicry Institute (2010). *What is biomimicry?* Retrieved from <https://biomimicry.org/what-is-biomimicry3/>
- Bell, P. (2004). On the theoretical breadth of design-based research in education. *Educational Psychologist*, 39(4), 243- 253.
- Berland, L. K. (2013). Designing for STEM integration. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 3(1), 3.
- Bicer, A., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2017). Integrated STEM assessment model. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3959-396, doi: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00766a>
- Bissell, A. N., & Lemons, P. P. (2006). A new method for assessing critical thinking in the classroom. *BioScience*, 56(1), 66-72. Retrieved from [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2006\)056\[0066:ANMFAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2006)056[0066:ANMFAC]2.0.CO;2)
- Bozkurt Altan, E., Yamak, H., ve Buluş Kırıkkaya, E. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232

- Brooks, G. P. & Johanson, G. A. (2003). TAP: Test analysis program. *Applied Psychological Measurement*, 27(4), 303-304.
- Brown, S. W., Boyer, M. A., Cutter, A. B., Brodowinska, K., O'Brien, D., Gregory Williams, G., & Lawless, K. A. (2010). *GlobalEd 2: Using PBL to promote learning in science and writing*. Poster presented at the Association of Psychological Science Conference, Boston, MA.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5–9. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090606.55>
- Bruijn, R (2017). *Making sense of prototypes and models*. Retrieved from <https://www.path.institute/business-model-innovation/making-sense-of-prototypes-and-models/>
- Brunsell, E., (2012). *Integrating engineering and science in your classroom*. NSTA press.
- Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C., & Roehrig, G. H. (2015). Integrated STEM education. In C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton and T. J. Moore (Eds.), *STEM roadmap: A framework for integration* (pp. 23–37). London: Taylor & Francis.
- Burbach, M. E., Matkin, G. S., & Fritz, S. M. (2004). Teaching critical thinking in an introductory leadership course utilizing active learning strategies: A confirmatory study. *College Student Journal*, 38(3), 482–493.
- Burkhardt, H. (2006). From design research to large-scale impact. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 185–228). London: Routledge.
- Burrows, A., Lockwood, M., Borowczak, M., Janak, E., & Barber, B. (2018). Integrated STEM: Focus on informal education and community collaboration through engineering. *Education Sciences*, 8(4). <http://doi.org/10.3390/educsci8010004>
- Bush, S. B. (2019). National reports on STEM education: What are the implications for K-12? In A. Sahin & M. Mohr-Schroeder (Eds.), *STEM education 2.0 myths and truths: What has K-12 STEM education research taught us?* (pp. 72–90). Leiden, The Netherlands: Brill Publishing.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Bybee, R.W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.
- Carnevale, A.P., Smith, N., & Strohl, J. (2011). *STEM: Science, technology, engineering, mathematics*. Georgetown University Center on Education and the Workforce. Retrieved from <https://georgetown.app.box.com/s/cyrrqbjyirjy64uw91f6>

- Capraro, R. M., Capraro, M. M. & Morgan, J. (Eds.). (2013). *Project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach* (2nd ed.). Rotterdam: Sense.
- Carter, V. R. (2013). *Defining characteristics of an integrated STEM curriculum in K-12 education*. Unpublished doctoral dissertation. University of Arkansas, Fayetteville.
- Çavuş, E. ve Özden, M. (2012). İlköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersinde fen günlüğü kullanımına ilişkin görüşleri. *Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 36-51.
- Çepni, S., ve Ormancı, Ü., (2017). Geleceğin dünyası. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi* içinde (s. 1-32). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Cicchetti, D. V. (1984). On a model for assessing the security of infantile attachment: Issues of observer reliability and validity. *Behavioral and Brain Sciences*, 7(1), 149-150.
- Cobb, P., Jackson, K., & Dunlap, C. (2016). Design research: An analysis and critique. *Handbook of International Research in Mathematics Education*, 3, 481-503.
- Coaley, K. (2010). *An introduction to psychological assessment and psychometrics*. Sage.
- Connelly, L. B. (2004). Assertion-reason assessment in formative and summative tests: Results from two graduate case studies' in R. Ottewill, E. B., L. Falque, B. Macfarlane & A. Wall ed. *Educational innovation in economics and business VIII: Pedagogy, technology and innovation*, Dordrecht: Kluwer
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.
- Çorlu, M. S. (2017). STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi [STEM: Integrated Teaching Framework]. In M. S. Çorlu & E. Çallı (Eds.), *STEM Kuram ve Uygulamaları* (pp. 1–10). İstanbul: Pusula.
- Crisp, G., Nora, A., & Taggart, A. (2009). Student characteristics, pre-college, college, and environmental factors as predictors of majoring in and earning a STEM degree: an analysis of students attending a Hispanic serving institution. *American Educational Research Journal*, 46(4), 924–942.
- Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. Holt, Rinehart and Winston, 6277 Sea Harbor Drive, Orlando, FL 32887.

- Czerniak, C. M., Weber, W. B., Sandmann, Jr., A., & Ahern, J. (1999). Literature review of science and mathematics integration. *School Science and Mathematics*, 99(8), 421-430
- Dare, E., Ellis, J., & Roehrig, G. (2018). Understanding science teachers' implementations of integrated STEM curricular units through a phenomenological multiple case study. *International Journal of STEM Education*, 5(4), 1-19. <http://doi.org/10.1186/s40594-018-0101-z>
- Davies, W. (2006). An infusion approach to critical thinking: Moore on the critical thinking debate. *Higher Education Research and Development*, 25(2), 175-193.
- Dede, C. (2004). If design-based research is the answer, what is the question? A commentary on Collins, Joseph, and Bielaczyc; diSessa and Cobb; and Fishman, Marx, Blumenthal, Krajcik, and Soloway in the JLS special issue on design-based research. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 105-114.
- Design-Based Research Collective (DBRC) (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational researcher*, 32(1), 5-8.
- Dilekli, Y. (2019). *Etkinliklerle düşünme eğitimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Doğan, N. (2019). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi.
- Doğan, H., Gencer, A. S., ve Bilen, K. (2017). Fen ve mühendislik uygulaması: Yenilenebilir ve yenilebilir araba yarışması etkinliği üzerine bir durum çalışması. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 7(2) , 62-85.
- Doğan, N., Han Tosunoğlu, Ç., Özer, F., ve Akkan, B., (2019). Ortaokul öğrencilerinin bilimsel sorgulama görüşleri: Cinsiyet, sınıf düzeyi ve okul türü değişkenlerinin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 48, 1-27.
- Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. ASCD.
- Dubetz, T., & Wilson, J. A. (2013). Girls in engineering, mathematics and science, GEMS: A science outreach program for middle-school female students. *Journal of STEM Education*, 14(3), 41-47.
- Dugger, W. E. (2010, December). *Evolution of STEM in the United States*. Paper presented at the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research, Gold Coast, Queensland, Australia. Retrieved from <http://www.iteaconnect.org/Resources/PressRoom/AustraliaPaper.pdf>
- Duran, M. & Sendag, S. (2012). A Preliminary investigation into critical thinking skills of urban high school students: Role of an IT/STEM Program. *Creative Education*, 3, 241-250. doi:10.4236/ce.2012.32038.

- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L. J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of engineering education*, 94(1), 103-120. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00832.x>
- Ebel, R. L. & Frisbie, D. A. (1991). *Essentials of educational measurement*. (Fifth Edition). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Eliot, C.W. (1892). *Report of the committee of ten to the national education council*. Retrieved from <https://archive.org/details/reportofcomtens00natirich> sayfasından erişilmiştir.
- English, L.D. & King, D.T. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2, 14. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7>
- Ennis, R. (1989). Critical thinking and subject specificity: Clarification and deeded *Research. Educational Researcher*, 18(3), 4-10.
- Ercan, S. (2014) *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: tasarım temelli fen eğitimi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İstanbul
- Ergün, A., ve Balçın, M. D. (2019). Probleme dayalı FeTeMM uygulamalarının akademik başarıya etkisi. *Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 4(1), 40-63. <https://doi.org/10.29250/sead.490923>
- European Communities (2004). *Europe needs more scientist* (EUR 21224 – Increasing human resources for science and technology in Europe). Luxembourg: Official Publications of the European Communities
- Eurydice (2011). *Science in Europe: national practices education: policies, and research*. Brussels, Belgium: Education, Audio-visual and Culture Executive Agency. http://www.indire.it/lucabas/lkmw_file/eurydice/sciences_EN.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. Research findings and recommendations* (ERIC Document Reproduction Service No. ED315423). Retrieved March, 3, 2017 from <https://eric.ed.gov/?id=ED315423>.
- Ferrando, P. J. & Lorenzo-Seva, U. (2017). Program FACTOR at 10: Origins, development and future directions. *Psicothema*, 29(2), 236-240.
- Flick, U. (2006). *An introduction to qualitative research* (3rd Ed.). London: Sage.
- Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K. ve Can, B. (2019). Bütünleşik STEM eğitimi modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45, 38-55.
- Gencer, A.S, Doğan, H., & Bilen, K., (2020). Developing biomimicry STEM activity by querying the relationship between structure and function in organisms. *Turkish Journal of Education*, 9(1), 64-105. DOI: 10.19128/turje.643785

- Gess, A. H. (2017). Steam education: Separating fact from fiction. *Technology and Engineering Teacher*, 77(3), 39-41.
- Goff, W. M., & Getenet, S. (2017). Design based research in doctoral studies: Adding a new dimension to doctoral research. *International Journal of Doctoral Studies*, 12, 107-121. Retrieved from <http://www.informingscience.org/Publications/3761>
- Gonzalez, H. B. & Kuenzi, J. J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Washington, DC: Congressional Research Service. Retrieved from <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2010/05/STEM-Education-Primer.pdf>
- Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 25-40.
- Grubbs, M. & Strimel, G. (2015) Engineering design: The great integrator. *Journal of STEM Teacher Education*, 50(1), 77-90.
- Guzey, S. S., Tank, K., Wang, H. H., Roehrig, G., & Moore, T. (2014). A high- quality professional development for teachers of grades 3–6 for implementing engineering into classrooms. *School science and mathematics*, 114(3), 139-149.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., Harwell, M., & Moreno, M. (2016). STEM integration in middle school life science: Student learning and attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 25(4), 550-560. doi:10.1007/s10956-016-9612-x
- Guzey, S., Moore, T.J., & Morse, G. (2016), Student interest in engineering design- based science. *School Science and Mathematics*, 116, 411-419. doi:10.1111/ssm.12198
- Guzey, S. S., Harwell, M., Moreno, M., Peralta, Y., & Moore, T. J. (2017). The impact of design-based STEM integration curricula on student achievement in engineering, science, and mathematics. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 207-222. doi: 10.1007/s10956-016-9673-x
- Gülen, S. (2016) *Fen-teknoloji-mühendislik ve matematik disiplinlerine dayalı argümantasyon destekli fen öğrenme yaklaşımının öğrencilerin öğrenme ürünlerine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Ondokuzmayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620. doi:10.14687/ijhs.v13i1.3447
- Hakim, N. W. A., & Talib, C. A. (2018). Measuring critical thinking in science: systematic review. *Asian Social Science*, 14(11).
- Haladyna, T. M. (1994). *Developing validating multiple choice test items*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

- Han-Tosunoglu, C., Dogan, O. K., Yalaki, Y., Cakir, M., & İrez, S. (2017, April). *Turkish 7th Grade Students' Views about Scientific Inquiry*. In J. Lederman & N. G. Lederman (Chair), International Collaborative Investigation of Beginning Seventh Grade Students' Understandings of Scientific Inquiry. Symposium conducted at the meeting of National Association for Research in Science Teaching. Chicago, IL, USA.
- Herbert, J., & Stipek, D. (2005). The emergence of gender differences in children's perceptions of their academic competence. *Journal of Applied Development Psychology, 26*(3), 276-295.
- Herrington, J., McKenney, S., Reeves, T., & Oliver, R. (2007). Design-based research and doctoral students: Guidelines for preparing a dissertation proposal. In C. Montgomerie & J. Seale (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2007* (pp. 4089-4097). Chesapeake, VA: AACE.
- Hirsch, L. S., Berliner-Heyman, S., Carpinelli, J., & Kimmel, H. (2014, October). Middle school students' understanding and application of the engineering design process. In *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings* (pp. 1-6). IEEE.
- Hoadley, C. M. (2004). Methodological alignment in design-based research. *Educational psychologist, 39*, 203-212.
- Holmlund, T. D., Lesseig, K., & Slavitt, D. (2018). Making sense of "STEM education" in K 12 contexts. *International Journal of STEM Education, 5*(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0127-2>
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press.
- Hwang, J., Jeong, Y., Park, J.M., Lee, K. H., Hong, J. W., & Choi, J. (2015). Biomimetics: Forecasting the future of science, engineering, and medicine. *International Journal of Nanomedicine, 10*, 5701–5713.
- Huntley, M. A. (1998). Design and implementation of a framework for defining integrated mathematics and science education. *School Science and Mathematics, 98*(6), 320–327.
- Indrasari, N., Parno, P., Hidayat, A., Purwaningsih, E., & Wahyuni, H. (2020, April). Designing and implementing STEM-based teaching materials of static fluid to increase scientific literacy skills. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2215, No. 1, p. 050006). AIP Publishing LLC, doi: 10.1063/5.0000532
- Johns, G., & Mentzer, N. (2016). STEM integration through design and inquiry. *Technology and Engineering Teacher, 76*(3), 13.

- Johnson, C., Mohr-Schroeder, M., Moore, T., & English, L. (2020). *Handbook of research on STEM education*. New York: Routledge, <https://doi.org/10.4324/9780429021381>
- Johnson, C., Peters-Burton, E., & Moore, T. (Eds.). (2016). *STEM road map: A framework for integrated STEM education*. New York, NY: Routledge.
- Johnson C. C., (2013), Johnson, C. C. (2013). Conceptualizing integrated STEM education. *School Science and Mathematics*, 113(8), 367-368. doi: 10.1111/ssm.12043.
- Jolly, A. 2017. *STEM by Design: Strategies and Activities for Grades 4-8*. New York: Routledge.
- Karahan, E., Canbazoglu Bilici, S., & Unal, A. (2015). Integration of media design processes in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 60, 221–240. <http://doi.org/10.14689/ejer.2015.60.15>
- Karışan, D., Bilican, K., & Şenler, B. (2017). The Adaptation of the Views about Scientific Inquiry Questionnaire: A Validity and Reliability Study, *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 18(1), 326-343, doi:10.17679/inuefd.307053
- Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (2009). The status and nature of K-12 engineering education in the United States. *The Bridge*, 39(3), 5–10.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3, 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kennedy-Clark, S. (2013). Research by design: Design-based research and the higher degree research student. *Journal of Learning Design*, 6(2), 26-32. doi: <http://dx.doi.org/10.5204/jld.v6i2.128>
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & Albert, J. L. (2014). The development of the STEM career interest survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44(3), 461-481
- Koç, S. R. ve Kayacan, K. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin 2018 fen bilimleri öğretim programında yer alan mühendislik ve tasarım becerilerine ilişkin görüşlerinin belirlenmesi. *Electronic Turkish Studies*, 13(19), 865-881.
- Kolodner, J. L., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J., & Puntambekar, S. (1998) Learning by design from theory to practice. In *Proceedings of the international conference of the learning sciences* (Vol. 98, pp. 16-22).
- Kolodner, J. L. (2002). Learning by design™: Iterations of design challenges for better learning of science skills. *Cognitive Studies*, 9(3), 338-350.

- Kolodner JL, Camp PJ, Crismond D, Fasse B, Gray J, Holbrook J, Puntambekar S, Ryan M (2003) Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: putting learning by design™ into practice. *The Journal of the Learning Sciences* 12(4):495–547. doi:10.1207/S15327809JLS1204_2
- Koyunlu Unlu, Z., Dokme, I., & Unlu, V. (2016). Adaptation of the science, technology, engineering, and mathematics career interest survey (STEM-CIS) into Turkish. *Eurasian Journal of Educational Research*, 63, 21-36, <http://dx.doi.org/10.14689/ejer.2016.63.2>
- Lederman, J. S. (2009). *Teaching scientific inquiry: Exploration, directed, guided, and opened-ended levels*. In National geographic science: Best practices and research base (pp. 8–20). Hapton-BrownPublishers.
- Lederman, N. G., Antink, A., & Bartos, S. (2014). Nature of science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry. *Science & Education*, 23(2), 285-302.
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3).
- Lederman, J, Lederman, N, Bartels, S, Jimenez, J. (2019). An international collaborative investigation of beginning seventh grade students' understandings of scientific inquiry: Establishing a baseline. *J Res Sci Teach.* 56: 486–515. <https://doi.org/10.1002/tea.21512>
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry—The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of research in science teaching*, 51(1), 65-83. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/tea.21125>
- Louis S. Nadelson & Anne L. Seifert (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 221-223, doi: 10.1080/00220671.2017.1289775
- Lynch, S. J., Spillane, N., House, A., Peters-Burton, E., Behrend, T., Ross, K. M., & Han, E. M. (2017). A policy-relevant instrumental case study of an inclusive STEM-focused high school: Manor New Tech High. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(1), 1–20.
- Mann, M. and Treagust, D. F. (2000) 'An instrument to diagnose conceptions of breathing, gas exchange and Respiration ', in *Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, New Orleans, L April 28 - May 1, 2000, 18.
- Massachusetts Department of Education. (2006). *Massachusetts Science and Technology Engineering Curriculum Framework*. ERIC Clearinghouse.

- Maxcy, S. J. (2003). Pragmatic threads in mixed methods research in the social sciences: The search for multiple modes of inquiry and the end of the philosophy of formalism. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook in social and behavioral research* (pp. 51-89). Thousand Oaks, CA: Sage
- McClain, K., & Cobb, P. (2001). Supporting students' ability to reason about data. *Educational Studies in Mathematics*, 45, 103-129.
- McKenney, S. E., & Reeves, T. C. (2012). *Conducting educational design research*. New York, NY: Routledge.
- McKenney, S., & Van Den Akker, J. (2005). Computer-based support for curriculum designers: A case of de-velopmental research. *Educational Technology Research and Development*, 53(2), 41-66. doi: 10.1007/bf02504865.
- Merriam, S. B. (2013). Nitel verilerin analizi. Turan. S. (Ed.), *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber içinde* (s.161- 198). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Meyrick, K. M. (2011). How STEM education improves student learning. *Meridian K-12 School Computer Technologies Journal*, 14(1), 1-6.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). USA: Sage.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2016). *STEM eğitimi raporu*. Ankara: Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK), https://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf sayfasından erişilmiştir
- Millî Eğitim Bakanlığı (2017). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018a). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018b). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018c). *Teknoloji ve tasarım dersi öğretim programı (ortaokul 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018d). *Bilişim teknolojileri ve yazılım dersi öğretim programı (ortaokul 5 ve 6. sınıflar)*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018e). *2023 Eğitim Vizyonu Belgesi*. Ankara.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018f). Güçlü yarınlar için 2023 eğitim vizyonu. Ankara: MEB. http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf sayfasından erişilmiştir.

- Millî Eğitim Bakanlığı (2020). *Scientix Projesi*. <http://scientix.meb.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Moore, T. J., Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E., & Guzey, S. S. (2016). The need for a STEM road map. In C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, & T. J. Moore (Eds.), *Stem road map: A framework for integrated STEM education*. New York, NY: Routledge.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H.-H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel and M. Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices*. Lafayette, IN: Purdue University Press.
- Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. *TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM)*, 20. Link ver
- Mutakinati, L., Anwari, I., & Yoshisuke, K. (2018). Analysis of students' critical thinking skill of middle school through stem education project-based learning. *Journal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 54-65. Retrieved February 3, 2019, from <http://journal.unnes.ac.id/index.php/jpii>. doi: 10.15294/jpii.v7i1.10495
- Myers, A. (2015). *The STEM shift: A guide for school leaders*. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Nadelson L.S & Seifert A.L (2017) Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future, *The Journal of Educational Research*, 110(3), 221-223, doi: 10.1080/00220671.2017.1289775
- Nair, K. U., & Ramnarayan, S. (2000). Individual differences in need for cognition and complex problem solving. *Journal of Research in Personality*, 34(3), 305-328, doi: 10.1006/jrpe.1999.2274
- Nathan, M. J., Srisurichan, R., Walkington, C., Wolfgram, M., Williams, C., & Alibali, M. W. (2013). Building cohesion across representations: A mechanism for STEM integration. *Journal of Engineering Education*, 102(1), 77-116. <http://doi.org/10.1002/jee.20000>
- National Education Association. (2012). Preparing 21st century students for a global society: An educator's guide to the "Four Cs". *Alexandria, VA: National Education Association*.
- National Education Association (2020). Teacher research could change your practice. Retrieved from <http://www.nea.org/tools/17289.htm> sayfasından erişilmiştir.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Research Council. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. National Academies Press.

- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: A workshop summary*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Science Teachers Association. (2004). NSTA position statement: Transitioning from scientific inquiry to three-dimensional teaching and learning. <http://www.nsta.org/about/positions/3d.aspx> sayfasından erişilmiştir.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states by states*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nunnally, J.C. & Bernstein, I.H. (1994) The Assessment of reliability. *Psychometric Theory*, 3, 248-292.
- Olivarez, N. (2012). *The Impact of a STEM program on academic achievement of eighth grade students in a south texas middle school*. Unpublished doctoral dissertation. Texas A & M University, Texas.
- Oonsim., W. & Chanprasert, K. (2017). Developing critical thinking skills of grade 11 students by stem education: Focus on electrostatic in physics. *Rangsit Journal of Educational Studies*, 4 (1), 54-59.
- Ostler, E. (2012). 21st century STEM education: A tactical model for long-range success. *International Journal of Applied*, 2(1), 28-33.
- Özbilen, A. G. (2018). Stem eğitime yönelik öğretmen görüşleri ve farkındalıkları. *Scientific Educational Studies*, 2(1), 1-21.
- Özcan, H. ve Düzgünoğlu, H. (2017). Fen bilimleri dersi 2017 taslak öğretim programına ilişkin öğretmen görüşleri. *International Journal of Active Learning (IJAL)*, 2(2), 28-47.
- Özcan, Ö., Oran Ş. ve Arık S. (2018). Fen bilimleri dersi 2013 ve 2017 öğretim programlarının öğretmen görüşlerine göre karşılaştırmalı incelenmesi. *Başkent University Journal of Education*, 5(2),156-166.
- Patton, M.Q. (2014). *Nitel Araştırma ve Değerlendirme Yöntemleri*. (3.baskıdan çeviri). (Çev.Ed. Bütün, M.;Demir, Ş.B). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Paul, R. (2005). The state of critical thinking today. *New Directions for Community Colleges*, 130, 27–38.
- Pearson, G. (2017). National academies piece on integrated STEM. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 224-226. <https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1289781>

- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri*. Yayınlanmamış doktora tezi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Plomp T. (2013). Educational design research: An introduction. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 11-37). Enschede: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).
- Polit, D. F., Beck, C. T., & Owen, S. V. (2007). Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Research in Nursing & Health*, 30(4), 459-467.
- Polit, D. F., & Beck, C. T. (2004). *Nursing research: Principles and methods*. Lippincott Williams & Wilkins.
- PricewaterhouseCoopers (2017). *2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi*. 10 Aralık 2017 tarihinde <https://www.pwc.com.tr/tr/gundem/dijital/2023e-dogru-turkiyede-stem-gereksinimi.html> adresinden erişildi.
- Purzer, S., Stroble, J., & Cardella, M. E. (Eds.). (2014). *Engineering in pre-college settings: synthesizing research, policy, and practices*. Purdue: Purdue University.
- Quinn, H., Schweingruber, H., & Keller, T. (Eds.). (2013). *The next generation science standards for today's students and tomorrow's workforce*. Washington, D. C.: Committee on Conceptual Framework for the New K-12 Science Education Standards; Board on Science Education (BOSE); Division
- Rahmawati, Y., Ridwan, A., Hadinugrahaningsih, T., & Soeprijanto (2019). Developing critical and creative thinking skills through STEAM integration in chemistry learning. *IOP Conference. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1156 (2019) 012033. doi:10.1088/1742-6596/1156/1/012033.
- Ramaley, J. A. (2007). Facilitating change: Experiences with the reform of STEM education. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.526.8592&rep=rep1&type=pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Reeves, T.C. (2006). Design research from a technology perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 52-66). London: Routledge.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Henriksson, H. W., & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A new pedagogy for the future of Europe*. European Commission Directorate General for Research Information and Communication Unit. Retrieved from http://ec.europa.eu/research/scienc society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Rehmat, A., P. (2015). *Engineering the path to higher-order thinking in elementary education: a problem-based learning approach for stem integration*. Unpublished doctoral dissertation. University of Nevada, Las Vegas.

- Rittmayer, M.A. & Beier, M.E. (2009). Self-Efficacy in STEM. In B. Bogue & E. Cady (Eds.). *Applying Research to Practice (ARP) Resources*. Retrieved from <http://www.engr.psu.edu/AWE/ARPresources.aspx>
- Robinson, V. (2003). Teachers as researchers: A professional necessity. *SET: Research information for teachers, 1*, 27-29.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K- 12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics, 112*(1), 31-44. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00112.x>
- Şahin, A. (Ed.). (2015). *A practice-based model of STEM teaching: STEM students on the stage (SOS)*. Springer.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher, 68*(4), 20-26.
- Sanders, M.E. & Wells, J.G. (2010) Virginia tech, integrative stem education graduate program. <http://web.archive.org/web/20100924150636/http://www.soe.vt.edu/istemed> adresinden erişildi.
- Santos, L.F. (2017). The role of critical thinking in science education. *Journal of Education and Practice, 8*(20), 159-173.
- Saraç, E., & Yıldırım, M. S. (2019). 2018 fen bilimleri dersi öğretim programına yönelik öğretmen görüşleri. *Academy Journal of Educational Sciences, 3*(2), 138-151.
- Schugurensky, D. (2002). The eight curricula of multicultural citizenship education. *Multicultural Education, 10*(1), 2-6.
- Scott, J. L., & Sarkees-Wircenski, M. (1996). *Overview of Vocational and Applied Technology Education*. American Technical Publishers, Inc., 1155 West 175th Street, Homewood, IL 60430.
- Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Zulkifeli, M. A. (2016). STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13*(5), 1189-1211.
- Shattuck, J., & Anderson, T. (2013). Using a design-based research study to identify principles for training instructors to teach online. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 14*(5), 187-210.
- Shavelson, R. J., Phillips, D. C., Towne, L., & Feuer, M. J. (2003). On the Science of Education Design Studies. *Educational Researcher, 32*(1), 25-28.
- Siekmann, G. (2016). What Is STEM? The Need for Unpacking Its Definitions and Applications. *National Centre for Vocational Education Research (NCVER)*.

- Silk, E. M., Schunn, C. D., & Cary, M. S. (2009). The impact of an engineering design curriculum on science reasoning in an urban setting. *Journal of Science Education and Technology*, 18(3), 209-223. <https://doi.org/10.1007/s10956-009-9144-8>
- Singamurti, M., Yamtinah, S., Utomo, S., & Ashadi, M. (2017, October). Development of two-tier multiple choice question assessment instruments for measuring science process skills global warming. In *International Conference on Teacher Training and Education 2017 (ICTTE 2017)*. Atlantis Press.
- Solon, T. (2007). Generic critical thinking infusion and course content learning in introductory psychology. *Journal of Instructional Psychology*, 34(2), 95-109.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 4.
- Streator, J. (2017). Collaborative Systems for Design-Based Learning. In *Digital Tools and Solutions for Inquiry-Based STEM Learning* (pp. 61-81). IGI Global.
- Swartz, R. J., Costa, A. L., Beyer, B. K., Reagan, R., & Kallick, B. (2008). *Thinking-Based Learning: Promoting Quality Student Achievement in the 21st Century*. Teachers College Press. 1234 Amsterdam Avenue, New York, NY 10027.
- Symonds, W. C., Schwartz, R. B., & Ferguson, R. (2011). *Pathways to prosperity: Meeting the challenge of preparing young Americans for the 21st century*. Cambridge, MA: Harvard Graduate School of Education.
- Şimşek, F. (2019). FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin fen tutum, ilgi, bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi ve öğrenci görüşleri. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(3), 654-679. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.470261>
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Tank, K. M., Rynearson, A. M. and Moore, T. J. (2018). Examining Student and Teacher Talk Within Engineering Design in Kindergarten. *European Journal of STEM Education*, 3(3), 10. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/3870>
- Taş, U. E., Arııcı, Ö., Ozarkan, H. B. ve Özgürlük, B. (2016). *PISA 2015 Ulusal Raporu*. Ankara: MEB. http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2014/11/PISA2015_UlusalRapor.pdf adresinden erişilmiştir.
- Tati, T., Firman, H., & Riandi, R. (2017, September). The effect of STEM learning through the project of designing boat model toward student STEM literacy. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 895, No. 1, p. 012157). IOP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/895/1/012157
- Tavşancıl, E. (2002). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

- Timmerman, M. E. & Lorenzo-Seva, U. (2011). Dimensionality assessment of ordered polytomous items with parallel analysis. *Psychological Methods*, 16(2), 209–220. <https://doi.org/10.1037/a0023353>
- Thibaut, L., Knipprath, H., Dehaene, W., & Depaepe, F. (2018). The influence of teachers' attitudes and school context on instructional practices in integrated STEM education. *Teaching and Teacher Education*, 71, 190–205. <http://doi.org/10.1016/j.tate.2017.12.014>
- Toulmin, C. N., & Meghan, G. (2007). *Building a science, technology, engineering and math agenda*. Washington, DC: National Governor's Association.
- Tyler, Ralph W. (1949) *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago: University of Chicago Press.
- Ural Keleş, P. (2018). 2017 Fen bilimleri dersi öğretim programı hakkında beşinci sınıf fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi – Journal of Qualitative Research in Education*, 6(3), 121-142. doi:10.14689/issn.2148-2624.1.6c3s6m
- van Gelder, T., Bissett, M., & Cumming, G. (2004). Cultivating expertise in informal reasoning. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 58(2), 145-152.
- van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. In *Design approaches and tools in education and training* (pp. 1-14). Springer, Dordrecht
- van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (Eds.). (2006). *Educational design research*. Routledge.
- van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (Eds.). (2013). *Educational design research*. 15 Aralık 2017 tarihinde <http://international.slo.nl/publications/edr/> adresinden erişildi.
- Vasquez, J. A., Sneider, C. I., & Comer, M. W. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics* (p. 73). Portsmouth, NH: Heinemann.
- Waddell, B. (2019). *Influence of STEM lessons on critical thinking*. Unpublished master dissertation. The Graduate College at the University of Nebraska, Lincoln.
- Walker, D (2006). Toward productive design studies. Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., ve Nieveen, N. (Ed.), *Educational design research* içinde (s. 9-18). Routledge.
- Walker, W., Moore, T., Guzey, S., & Sorge, B. (2018). Frameworks to develop integrated STEM curricula. *K-12 STEM Education*, 4(2), 331-339.
- Wang, H. (2012). *A new era of science education: Science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration*. Unpublished doctoral dissertation, Minnesota University.

- Wang, H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.5703/1288284314636>
- Wang, M., & Degol, J. (2013). Motivational pathways to STEM career choices: Using expectancy-values perspective to understand individual and gender differences in STEM fields. *Developmental Review*, 33, 304-340. doi: 10.1016/j.dr.2013.08.001
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23.
- Weber, K. (2011). Role models and informal STEM-related activities positively impact female interest in STEM. *Technology and Engineering Teacher*, 71(3), 18-22.
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). Incorporating engineering design into elementary school science curricula. *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Louisville, KY.
- Whiston, S. C. (2012). *Principles and applications of assessment in counseling* (4th ed.). Belmont, CA: Brooks/Cole, Cengage Learning.
- Wiersma, W., & Jurs, S. G. (2005). *Research methods in education: An introduction*. (8th ed.). Boston: Pearson/A and B.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by design*. Ascd.
- Williams, J. B. (2006). Assertion-reason multiple-choice testing as a tool for deep learning and understanding. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 31(3), 287-301.
- Willingham, D. T. (2008). Critical thinking: Why is it so hard to teach? *Arts Education Policy Review*, 109(4), 21-32.
- Wolcott, H. F. (2005). *The art of fieldwork* (2nd ed.). Walnut Creek, CA: AltaMira Press
- Yamak, H., Bulut, N. ve Dündar, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yıldırım, B., (2016). *7. Sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen teknoloji mühendislik matematik (stem) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, B. (2018). *Teoriden pratiğe STEM eğitimi: Uygulama kitabı*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10. Baskı), Ankara: Seçkin Yayıncılık.

- Yurdugül, H., & Bayrak, F. (2012). Content validity measures in scale development studies: Comparison of content validity index and kappa statics. *Hacettepe University Journal of Education, Special Issue 2*, 264-271.
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics, 112*(1), 12-19.

EKLER

Ek 1. Araştırma İzni

Ek 2. Veli İzni

Ek 3. Canlılar Dünyası Modülü

Ek 4. Kuvvetin Ölçülmesi Modülü

Ek 5. Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme Modülü

Ek 6. Canlılar Dünyası Ünitesi Eleştirel Düşünme Becerileri Başarı testi

Ek 7. Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme Ünitesi Eleştirel Düşünme Becerileri Başarı testi

Ek 8. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Ek 9. FeTeMM-MYİÖ uygulama izni

Ek 10. BAHGÖ uygulama izni

Ek 1. Araştırma İzni



T.C.
ANTALYA VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 98057890-605.01-E.2556414

06.02.2019

Konu: Anket Uygulaması

Sayın: Hilmi DOĞAN

Yeniköy Ortaokulu Yeniköy Mh. 1. Sok. No:9 Döşemealtı/ANTALYA

İlgi :28/01/2019 tarihli dilekçeniz.

Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Doktora Öğrencisi Hilmi DOĞAN' ın **“Beşinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Ünitelerinin Bütünleşik STEM Eğitimi Yaklaşımı ile Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi”** adlı araştırmasını, İlimiz Döşemealtı İlçesi Yeniköy Ortaokulunda uygulama isteği ile ilgili 28/01/2019 tarihli başvurusu, İl Milli Eğitim Müdürlüğü Araştırma Değerlendirme ve İnceleme komisyonumuz tarafından, 04/02/2019 tarihinde incelenerek **“Milli Eğitim Bakanlığına Bağlı Okul ve Kurumlarda Yapılacak Araştırma, Yarışma ve Sosyal Etkinlik İzinlerine Yönelik İzin ve Uygulama Genelgesi”** gereğince uygun görülmüş olup, Müdürlüğümüzün 05/02/2019 tarihli ve 2439445 sayılı onayı ve uygulanacak veri toplama araçları onaylanarak ekte gönderilmiştir.

Araştırmanın bitiminde, sonuç raporunun bir örneğinin CD ortamında (başvuru sahibinin ekte örneği bulunan dilekçe ile) Müdürlüğümüz Ar-Ge bürosuna gönderilmesi hususunda;

Gereğini rica ederim.

Mehmet KARAKAŞ
Müdür Yardımcısı

EKLER:

- 1- Onay ve ekleri (17 sayfa)
- 2-Dilekçe Örneği(1 sayfa)

GÜVENLİ ELEKTRONİK İMZALI
ASLI İLE AYNIDIR

06 Şubat 2019

Murat YÜKSEL

Murat Yüksel

Antalya İl Milli Eğitim Müdürlüğü
Soğuksu Mah. Hamidiye Cad. MERKEZ/ANTALYA
E-posta: projeler07@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için: Mehmet KARAKAŞ Md. Yrd.
Tel: (0 242) 238 60 00
Faks: (0 242) 238 61 11

Ek 2. Veli İzni

Sayın Veli

..... Fen bilimleri dersi öğretmeniyim. Pamukkale Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği alanında doktora çalışmalarımı yürütmekteyim. Doktora tezim için "Beşinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Ünitelerinin Bütünleşik STEM Eğitimi Yaklaşımıyla Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi" isimli tez çalışmasını sürdürmekteyim.

Bu amaçla öğrencilerimiz ile görüşmeler yapılacak, uygulamaya yönelik olarak anketler uygulanacaktır. Görüşmeler ve anketler çalışmanın başarıya ulaşması açısından oldukça önemli olmakla birlikte, yapılacak çalışmanın öğrencilerin başarılarına olumlu katkı yapacağına inanmaktayız.

Ayrıca çalışma sırasında siz değerli velilerimizin görüşlerine başvurularak, öğrencimiz hakkında görüşmeler yapılacaktır.

Saygılarımla

Hilmi DOĞAN
Fen Bilimleri Öğretmeni

Tel: (.....)
e-posta: dgnhilmi@gmail.com

Lütfen bu araştırmaya katılmak konusundaki tercihinizi aşağıdaki seçeneklerden size en uygun gelenin altına imzanızı atarak belirtiniz ve bu formu çocuğunuzla okula geri gönderiniz.

A) Bu araştırmaya tamamen gönüllü olarak katılıyorum ve çocuğum 'nin da katılımcı olmasına izin veriyorum. Çalışmayı istediğim zaman yarıda kesip bırakabileceğimi biliyorum ve verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlı olarak kullanılmasını kabul ediyorum.

Baba Adı-Soyadı..... Anne Adı-Soyadı.....
İmza İmza

B) Bu çalışmaya katılmayı kabul etmiyorum ve çocuğumun'nin da katılımcı olmasına izin vermiyorum.

Baba Adı-Soyadı..... Anne Adı-Soyadı.....
İmza İmza

Ek 3. Canlılar Dünyası Modülü

Biyomimikri Tasarım Görevi

Doğa uzun zamandır sanat, tasarım ve yenilik için bir ilham kaynağı olmuştur. Örneğin, uçma hayali kuran insanoğluna kuşların kanat yapıları en büyük yol gösterici olmuş ve bu sayede Wright kardeşler uçağı icat etmişlerdir. İnsanların ihtiyaç duyduğu problemlere doğadaki modelleri, sistemleri ya da canlılara ait farklı özellikleri taklit ederek tasarım çözümleri geliştiren bilim dalına Biyomimikri adı verilir. Biyomimikri uygulamaları günümüzde bilim, teknoloji, sanat, mimari, yapay zekâ, nanoteknoloji, robotik, endüstri, askeri araştırmalar, ulaşım gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Bir biyomimikri şirketi canlıların özelliklerini kullanarak insanların sorunlarına çözüm aramaktadır. Bu alanda yeni fikirlere ihtiyaç duyan şirket yetkilileri bir yarışma düzenler. Bir biyomimikri uzmanı olarak sizden beklenen; bitkilerin ve hayvanların sahip oldukları iç ve dış yapılarını büyütmek, hayatta kalmak ve diğer tüm ihtiyaçlarını karşılamak için nasıl kullandıklarını taklit ederek insanlığın bir problemi için çözüm üretmenizdir.

Bu amaçla sizlerden takımınızla birlikte canlıların sahip oldukları yapıları gözlemlemeniz, bu yapıların işlevlerine ilişkin bilgi toplamanız sonra bu yapıları ve işlevleri kullanarak insanların bir problemini çözmek için tasarım yapmanız beklenmektedir.

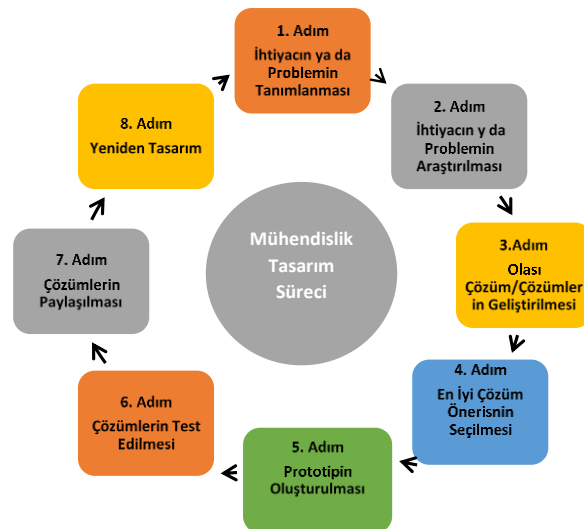
Tasarımınızı tamamladıktan sonra yaptığımız çalışmayı bilim insanları ve mühendislerden oluşan bir kurula sunacaksınız. Sunumunuzda canlıya ait yapı ve bu yapının işlevini açıklayarak tasarımınızı nasıl oluşturduğunuzu, bunları insanların sorunlarını çözmek için nasıl kullandığınızı açıklayacaksınız. Yarışma şartnamesi aşağıda verilmiştir:

Yarışma Şartnamesi

- 1- Tasarımınız bir canlıya ait en az bir yapının işlevini taklit ederek oluşturulmalıdır.
- 2- Tasarımınız insanların sorunlarından en az bir tanesine çözüm getirmelidir.
- 3- Tasarımınızda insan sağlığına zararlı madde kullanılmamalıdır.
- 4- Tasarımınızda geri dönüşüm malzemeleri başta olmak üzere her türlü malzemeyi kullanabilirsiniz.

**Tasarımınızda doğrudan gözlemleyerek ya da izlediğiniz belgesellerden, TÜBİTAK yayınları gibi okuduğunuz bilimsel kitaplardan canlıları, canlılara ait yapıları ve canlıların bu yapıları hayatta kalmak için nasıl kullandıklarını kanıta dayalı olarak belirleyeceksiniz. Bununla birlikte diğer kaynaklardan da (çevrimiçi sayfalar, ulaşabileceğiniz basılı kaynaklar) yararlanabilirsiniz.

Tasarım görevinizi gerçekleştirirken aşağıdaki mühendislik döngüsünü kullanacaksınız.



Çalışma Kâğıdı-1 Tasarım Görevinin Tanımlanması

1. Adım
İhtiyaç ya da
problemin
tanımlanması

Size verilen tasarım görevini dikkatlice okuduktan sonra aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

TASARIM GÖREVİNİN TANIMLANMASI	
OKUDUĞUNUZ SENARYODAN NELER ÖĞRENDİNİZ?	
Metinden neler anladınız?	Metindeki hangi cümleden bu sonuca vardınız?
Tasarım göreviniz nedir?	
Tasarım göreviniz için kriterler nelerdir?	
Tasarım göreviniz için sınırlamalar nelerdir? (Tasarımınızı tamamlamak için ne kadar süreniz var? Hangi materyalleri kullanmak için izin verildi?)	
Ürününüzün son kullanıcıları kimlerdir?	

NELER BİLİYORUM? (Tasarım görevinizi gerçekleştirmek için bildikleriniz nelerdir?)	NELER ÖĞRENMEK İSTİYORUM? (Neleri bilmem gerekiyor?)	NELER ÖĞRENDİM? (Tasarım görevini tamamladıktan sonra cevaplayınız)

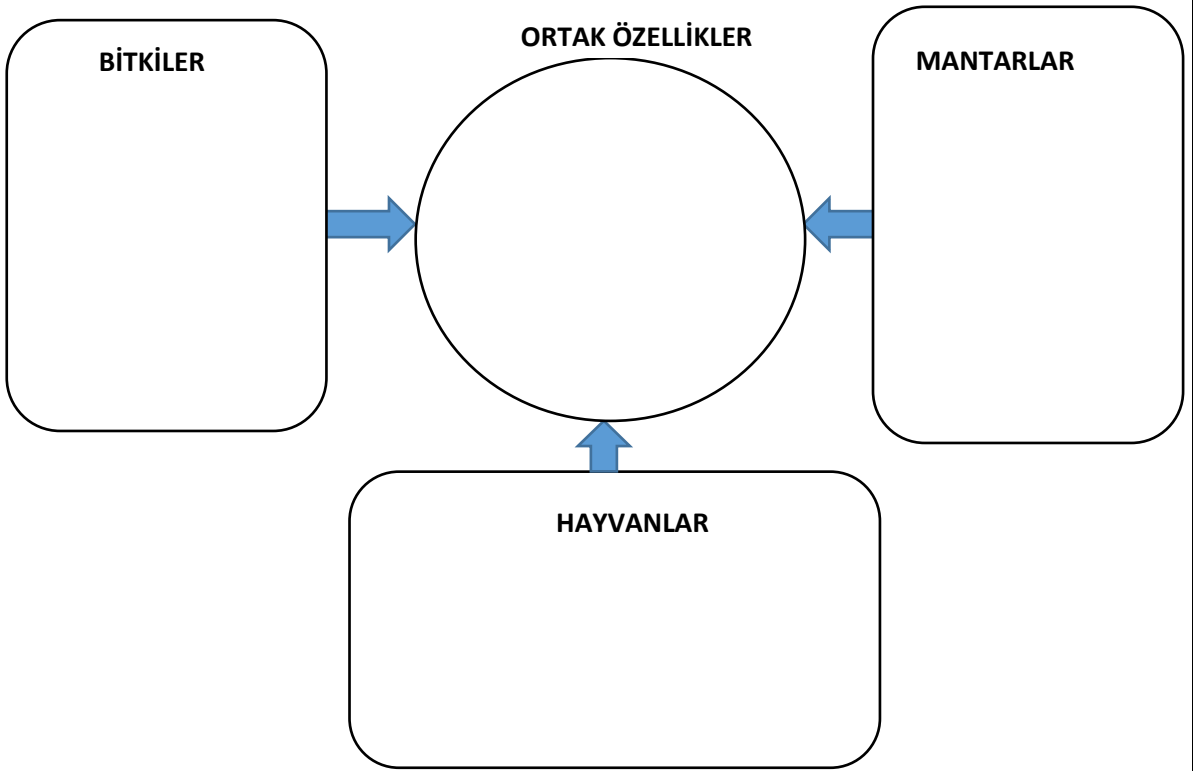
Etkinlik- 1

2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması

Doğa gezisi sırasında gözlemlediğiniz canlıları dikkatlice inceleyiniz. Bu canlıları aşağıdaki tabloyu kullanarak ortak özelliklerine göre gruplandırınız.

Gözlemlediğiniz Canlıların isimleri	Bitki	Hayvan	Mantar	Canlıyı neden bitki, hayvan ya da Mantar grubuna yerleştirdiniz?

Bitkiler, hayvanlar ve mantarların gözlemlediğiniz dış yapılarına ait özellikleri aşağıdaki kısımlara yazalım. Bu canlıların ortak özelliklerini çember içerisinde belirtelim.



Etkinlik- 2**Canlıların Sınıflandırılması-Tarihçe**

2. Adım
İhtiyacın yada
problemin
araştırılması

Aşağıdaki tabloda canlıları çeşitli gruplara ayıran bilim insanlarının yaptığı çalışmalar verilmiştir.

Bilim İnsanın Adı	Canlıları kaç gruba ayırmıştır?	Hangi yıl/yıllar arasında
Carolus Linnaeus	2 grup	1758
Herbert Copeland	4 grup	1956
Cavalier ve Smith	6 grup	2004
Carl Woese	6 grup	1977
Robert Whittaker	5 grup	1968
Ernst Haeckel	3 grup	1860

Matematik becerileri

Yukarıdaki yapılan çalışmaların tarihlerini karşılaştırarak tarih şeridinde sıralayalım

Bilim insanlarının yaptıkları çalışmalar incelendiğinde yıllar içerisinde grup sayısında nasıl bir değişim görüyorsunuz? Bu değişimin nedeni ne olmuş olabilir?

.....

.....

.....

Görüşümüzü Yazalım

Bilim insanları dünyamızda yaklaşık 1,8 milyon canlı çeşidinin keşfedildiğini, ancak 10 ila 30 milyon kadar henüz keşfedilmemiş canlı türünün olabileceğini ileri sürüyorlar. Bilim insanları keşfedilmemiş canlı türü sayısına ilişkin bilgiye nasıl ulaşmış olabilirler?

.....

.....

Görüşümüzü Yazalım

Bilim insanları canlıları neden sınıflandırmışlardır? Bunun ne gibi bir yararı olabilir?

.....

.....

Etkinlik- 3

Omurgasız Hayvanları Sınıflandırılım

2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması



Toprak Solucanı



Ahtapot



Yengeç



Bal arısı



Deniz Yıldızı



Sünger



Deniz Kestanesi



Salyangoz



Karasinek



Kırkayak



Örümcek



Akrep



Midye



Çiyan



Deniz Anası

Özellikler	Dış yapısı (Süngerimsi, yumuşak, sert, nemli, kabuklu, dikenli, delikli) nasıl?	Eklemlili bacakları var mı?	Dokunaçları var mı?	Anteni var mı?	Nerede yaşar?
Canlı					
Toprak Solucanı					
Ahtapot					
Yengeç					
Bal arısı					
Deniz Yıldızı					
Sünger					
Deniz Kestanesi					
Salyangoz					
Karasinek					
Kırkayak					
Örümcek					
Akrep					
Midye					
Çiyan					
Deniz Anası					

Çalışma Kâğıdı-2 Omurgasız Canlıların Sınıflandırılması

Tabloda verilen omurgasız canlıları aşağıda verilen tayin anahtarını kullanarak sınıflandırınız ve ait oldukları gruplara isimlerini yazınız.



Omurgasız Canlı Grupları

Sölenterler	Süngerler	Yumuşakçalar	Solucanlar	Derisidikenliler

Eklembacaklılar ise Dört Alt Grupta incelenir

Vücutları bölümlere ayrılmıştır. Kitinden oluşmuş dış iskelet vardır. Eşleştirilmiş bacakları vardır. Örümcekler dışında anten bulunur.

Böcekler	Çok ayaklılar	Örümcekler	Kabuklular

Etkinlik- 4

Omurgalı Hayvanları Sınıflandıralım

2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması



İnsan



Köpekbalığı



Kertenkele



Boz Ayı



Tavşan



Kanguru



Mavi alakarga



Çingiraklı yılan



İguana



Balina



Semender



Çita



Timsah



Yarasa



Tavuk



Ornitorenk



Kurbağa



Penguen

Gözlem yapalım, araştıralım ve aşağıdaki tabloyu dolduralım.

Özellikler Canlı	Derisinin şekli (kıl-tüy-kürk- pul-kabuk- yumuşak-sert) nasıldır?	Beslenme şekli (Üretici- tüketici/eçil- otçul- hepçil)	Nerede yaşar?	Nasıl nefes alır? Akciğer- solungaç- diğer)	Nasıl çoğalır? (Yumurtlayarak- doğurarak- gelişimini kesede tamamlar)	Yavrularını sütle beslerler mi?
İnsan						
Köpekbalığı						
Kertenkele						
Boz ayı						
Tavşan						
Kanguru						
Mavi alakarga						
Çingiraklı yılan						
İguana						
Balina						
Semender						
Çita						
Timsah						
Yarasa						
Tavuk						
Ornitorenk						
Kurbağa						
Penguen						

Çalışma Kâğıdı-3 Omurgalı Canlıların Sınıflandırılması

Tabloda verilen omurgalı canlıları aşağıda verilen tayin anahtarını kullanarak sınıflandırınız ve ait oldukları gruba isimlerini yazınız.



Omurgalı Canlı Grupları

Balıklar

Sürüngenler

İki yaşamlılar
(kurbağalar)

Kuşlar

Memeliler

Çalışma Kâğıdı-4 Karşılaştır ve Farklarını Belirt

OMURGALI HAYVANLAR

OMURGASIZ HAYVANLAR

HANGİ YÖNLERİ BENZER?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

HANGİ YÖNLERİ FARKLI?

	↔	
	↔	
	↔	
	↔	

↓ ↓ ↓

BELİRGİN FARK VE BENZERLİKLERE AİT ÖRNEKLER

SONUÇ VE YORUMLAR

Etkinlik- 5

Bitkileri Sınıflandıralım

2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması

Bulunduğu yere kök vb. yapılarıyla tutunan, çoğunlukla fotosentez sonucu yaşam için gerekli bileşenleri oluşturan, birçoğu spor veya tohum aracılığıyla döl vererek çoğalan bir veya çok yıllık, otsu, odunsu canlıların genel adına bitki denir. Sınıfımıza getirdiğimiz ve doğa gezisi sırasında gözlemlediğimiz bitkilere ait aşağıdaki tabloyu doldurunuz.



Eğrelti otu



Ciğer otu



Elma Ağacı



Soğan



Kara Yosunu



Çilek



At kuyruğu



Papatya



Menekşe



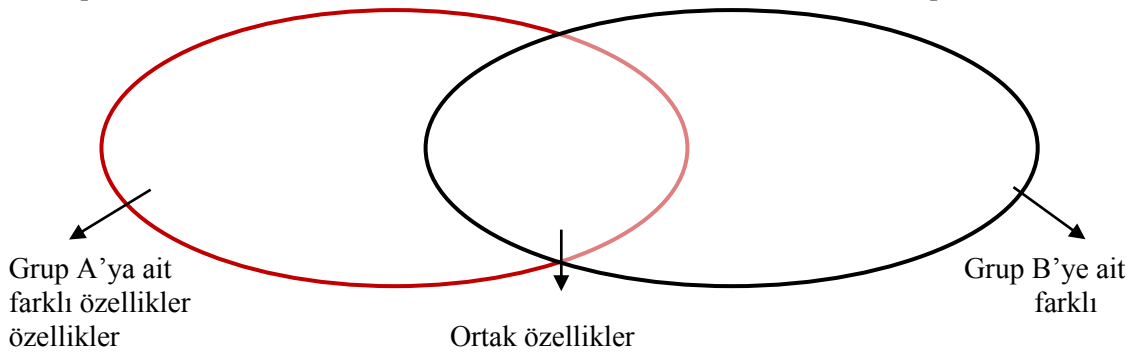
Kızılçam

Özellikler Bitki	Kök	Gövde	Yaprak	Çiçek	Meyve	Tohum	Spor	Yaşadığı yer
Eğrelti Otu								
Ciğer otu								
Elma ağacı								
Soğan								
Kara Yosunu								
At kuyruğu								
Papatya								
Menekşe								
Kızılçam								

Tablodaki canlıları benzer ve farklı özelliklerine göre aşağıdaki Venn şemasına yerleştiriniz.

Grup A.....

Grup B.....



Çalışma Kâğıdı-5 Karşılaştır ve Farklarını Belirt

ÇİÇEKLİ BİTKİLER

ÇİÇEKSİZ BİTKİLER

HANGİ YÖNLERİ BENZER?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

HANGİ YÖNLERİ FARKLI?

	↔	
	↔	
	↔	
	↔	

BELİRGİN FARK VE BENZERLİKLERE AİT ÖRNEKLER

SONUÇ VE YORUMLAR

Etkinlik- 6

Paramezyum ve Öglena

2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması



Araştırma Sorusu: Bitki ve Hayvanlar dışında başka canlılar var mı?

Mikroskopta neler gördünüz? Şeklini aşağıya çiziniz	
Paramezyum (Terlikli hayvan)	Öglena
ÖZELLİKLER	
Kendi besinini üretemez Besinini dışarıdan hazır alır Gerçek bir rengi yoktur Suda hareket edebilir Şeklini değiştirebilir Çoğalabilir	Kendi besinini üretebilir Dışarıdan beslenebilir Yeşil renklidir Suda hareket edebilir Kamçılıdır Işığa tepki verir Stigma denen gözü vardır Şeklini değiştirebilir Çoğalabilir Sıcaklığa duyarlıdır
KARAR VERELİM	
Hayvan olduğunu gösteren deliller	
Bitki olduğunu gösteren deliller	
Hem bitki hem hayvan olduğunu gösteren deliller	
Sizce bu canlılar hayvan mı? bitki mi? Yoksa başka bir grupta mı olmalı? Kararınızı yazarak neden böyle düşündüğünüzü açıklayınız	

Etkinlik- 7

Bakterileri Keşfediyorum

2. Adım
İhtiyacın yada
problemin
araştırılması



Araç- Gereçler
Mikroskop
Lam, lamel
İki -üç gün bekletilen yoğurt

Süt ve yoğurda ilişkin özellikleri tespit edelim. Hazırlanan örnekleri mikroskop altında gözlemledikten sonra aşağıdaki tabloyu dolduralım.

Gözlemleriniz	
SÜT	YOĞURT
Koku:	Koku:
Tat:	Tat:
Kıvam:	Kıvam:
Mikroskopta Gözlem	
<ol style="list-style-type: none"> Yoğurt suyundan bir damla alınız. Aldığınız damlayı lam üzerine koyarak lamel ile kapatınız. Mikroskobu ayarlayarak gözleyiniz. 	
Mikroskop altında neler gördünüz? Şekillerini çiziniz.	
<p>➤ Sütü yoğurda dönüştüren canlının adı ne olabilir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>➤ Bu canlı hangi gruba girer?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>➤ Bu canlının insanlar için önemi ne olabilir? Açıklayınız?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	

Etkinlik- 8

İddialarla Yarışan Teoriler

2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması

Aşağıda bakterilerle ilgili bazı iddialarda bulunmaktadır. Size göre bu iddialardan doğru olanı düşündüğünüz iddiayı seçip işaretleyiniz. Size verilen delilleri kullanarak iddianızı destekleyiniz.

İddia 1
Bakteriler yararlıdır

İddia 2
Bakteriler zararlıdır

İddia 3
Bakteriler hem
yararlı hem zararlıdır.

İddianızı belirtiniz:

.....

.....

Nedenler/Deliller:

- Kalınbağırsakta yaşayan yararlı bakteriler besinlerin sindirilmesine yardımcı olur.
- Bazı bakteriler üst solunum yolları hastalıklarına yol açar.
- Çürükçül bakteriler ölü insan bedenlerini ve canlılığını yitirmiş bitki parçacıklarını organik maddelere dönüştürür. Bu parçalama işlemi toprağı besler ve verimli hale getirir.
- Bitkilerde tütün mozaik hastalığına neden olan bakteriler vardır.

İddianızı destekleyiniz (Birden fazla destek kullanabilirsiniz).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Etkinlik- 9

Mantarları Sınıflandıralım

2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması

Kuzu Göbeği Mantarı



Limon Küfü



Ekmek Mayası



Tırnak Mantarı



Ekmek küfü



Ağız içi mantarı



Zehirli Mantar



Kültür Mantarı

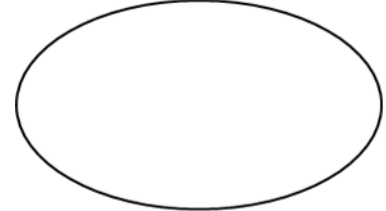
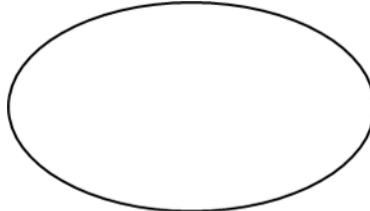
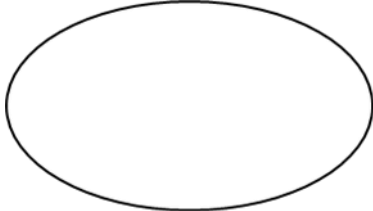
KISIMLARI	Kök- gövde- yaprak var mı?	Nerede yetiştirler?	Çiçekleri var mı?	Şapkası var mı?	Sporları var mı?	Beslenme şekli nasıl? (Üretici, tüketici, ayrıştırıcı)
CANLI						
Kuzu Göbeği Mantarı						
Limon Küfü						
Ekmek Mayası						
Tırnak Mantarı						
Ekmek Küfü						
Ağız içi mantarı						
Zehirli Mantar						
Kültür Mantarı						

Yukarıdaki mantarları uygun gruba yerleştirelim.

Şapkalı Mantarlar

Maya Mantarları

Küf Mantarları



Mantarları yararları ve zararları hakkında ne düşünüyorsunuz? Mantarlar hem yararlı hem zararlı olabilir mi? Düşüncenizi açıklayınız.

.....

.....

Etkinlik- 10

Maya ne yemeyi sever?

2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması

Araç- Gereçler
3 adet şişe, kaşık, çay bardağı, balon
Maya
Tuz, şeker

Üç şişenin her birine birer kaşık maya koyunuz. İkinci şişeye bir kaşık tuz, üçüncü şişeye ise bir kaşık şeker koyarak her üç şişeye de birer çay bardağı su ilave ediniz. Sonrasında şişelerin ağızlarını balonla kapatarak neler olduğunu gözleyiniz.

Yapacağınız bu deneyde;

Hipoteziniz

.....

Hangi değişkenler sabit tutulmalıdır? (Sabit tutulan değişkenler)

.....

Değiştirilen değişken nedir? (Bağımsız değişken)

.....

Ölçülmek istenilen değişken nedir? (Bağımlı değişken)

.....

Gözlemlerinize ilişkin şekil çizerek neler olduğunu yazınız.

Hangi balon en çok şişti? Nedenini açıklayınız.

Etkinlik- 11**Küflü Ekmek**

2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması

Bir dilim ekmeğin ortasına bir damla su damlatınız ve kilitli poşet içerisine koyarak karanlık ve ılık bir ortamda 3 gün bekletiniz. Diğer bir dilim ekmeği üzerine su damlatmadan kilitli poşet içerisine koyarak yine karanlık ve ılık bir ortamda 3 gün bekletiniz. Aşağıdaki bölümlere hipotezlerinizi gerekçesiyle birlikte yazarak sabit tutulan, bağımlı ve bağımsız değişkenleri belirleyiniz.



Su damlatılmış ekme



Su damlatılmamış ekme

Hipotezinizi Yazınız:

.....

.....

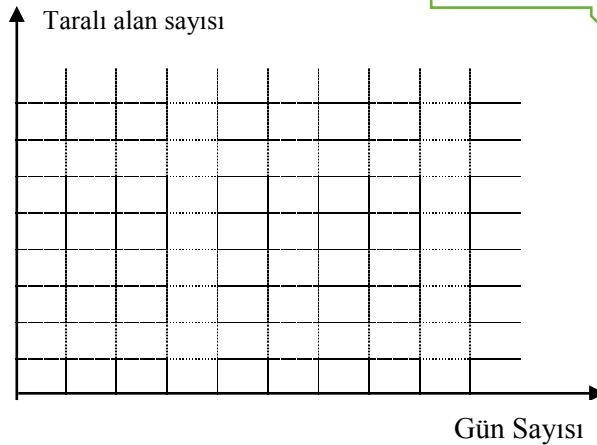
Sabit tutulan değişken :

Bağımsız değişken :

Bağımlı değişken :

Gözlemleyelim : Birinci günün sonunda aşağıdaki bölüme ekmeğin ne kadarının küflendiğini mavi kalemle, ikinci günün sonunda kırmızı kalemle, üçüncü günün sonunda ekmeğin ne kadarının küflendiğini yeşil kalemle çizelim.

				Verileri Kaydedelim	
				Günler	Taranan kare sayısı
				1. Gün	
				2. Gün	
				3. Gün	

Matematik becerileri**Grafiği Yorumlayalım**

Ekmeğin küflünün çoğalması gün geçtikçe nasıl değişmektedir?

.....

.....

.....

Çalışma Kâğıdı-6 Karşılaştır ve Farklarını Belirt

ŞAPKALI MANTARLAR

KÜF MANTARLARI

HANGİ YÖNLERİ BENZER?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

HANGİ YÖNLERİ FARKLI

	↔	
	↔	
	↔	
	↔	

BELİRGİN FARK VE BENZERLİKLERE AİT ÖRNEKLER

SONUÇLAR VE YORUMLAR

Etkinlik- 12

Hayali Canlı Tasarla

2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması

Canlıların sahip olduğu yapılar onların büyümelerinde, hayatta kalmalarında, davranışlarında ve üremelerinde farklı işlevlere sahiptir. Örneğin hayvanlar görmek, duymak, nesnelere tutmak, kendilerini korumak, hareket etmek, nefes almak, besin ve su bulmak ve yemek için sahip oldukları yapıları farklı şekillerde kullanırlar. Benzer şekilde bitkiler de büyümelerine, hayatta kalmalarına ve çoğalmalarına yardımcı olan kök, gövde, yaprak, çiçek ve meyve gibi farklı yapılara sahiptirler.

Yapmanız gereken farklı kaynaklardan (ör: TÜBİTAK kitapları, belgeseller vb.) yararlanarak farklı canlıları tanımanız, bu canlılara ait yapıları belirlemeniz ve bu yapıların onların yaşamını sürdürebilmesine nasıl yardımcı olduğunu açıklamanızdır. Sonra bu canlılara ait özellikleri kullanarak takımınızla beraber hayali yeni bir canlı tasarlayacaksınız. Bunun için çeşitli materyallerden oluşturduğunuz yapıları takım üyelerinden seçtiğiniz bir arkadaşınızın üzerinde göstererek arkadaşınızı hayali olarak tasarladığınız canlıya dönüştüreceksiniz.

Bunun için <https://switchzoo.com/zoo.htm> sitesini ziyaret ederek burada çevrimiçi canlı tasarımları yapmanız size fikir verebilir.

<p>Araç- Gereçler:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Çeşitli renk ve büyüklükte keçeler • Renkli el işi ve kartonlar • Plastik tabak, bardak • Boya kalemleri • Tutkal 	<ul style="list-style-type: none"> • Makas • İğne – iplik • Çatal iğneler- toplu iğneler • Paket lastikleri • El işi pulları • Tel • Silikon
---	---

I. Aşama: Kaynaklardan elde ettiğiniz bilgileri kullanarak **Çalışma Kâğıdı-1 Yapı ve İşlevi** doldurunuz. Her canlıya ait en az beş yapı belirleyin ve bu yapıların işlevlerini açıklayınız.

II. Aşama:

1. Gözlerinizi kapatın ve hayali bir canlı düşünün. Hayal ettiğiniz canlı neye benziyor? Ağız neye benziyor? Tüyleri var mı? Derisi ya da kürkü varsa nasıl görünüyor? Hangi renklere sahip? Ayakları nasıl görünüyor? Av mı, avcı mı?" ya da Kendi besinini kendisi mi üretiyor?
2. Hayali canlılığınızın sahip olacağı yapı ve işlevleriyle ilgili ürettiğiniz fikirleri takımınızla paylaşınız.
3. **Çalışma Kâğıdı-2 Hayali Canlının Adaptasyonlarında** verilen hayali canlıya ait her bir uyum için ortak bir yapıya ve özelliğe karar vererek doldurunuz. Hayali canlıya ait yapıların (ağız/gaga, ayaklar, kol/kanat, kuyruk vb.) özelliklerini açıklayınız. Böyle bir ağızla besinini nasıl yakalar/ tüketir? vb.
4. **Çalışma Kâğıdı-3 Hayali Canlının Çizimi ve Etiketlenmesi** kullanarak hayali canlılığınızın resmini çizin. Hayali canlılığınızı tanıtarak belirlediğiniz özelliklerle temel ihtiyaçlarını nasıl karşılayacağını açıklayınız.
5. Hayali canlılığınız olacak takım üyesini belirleyiniz.
6. Size sağlanan malzemeleri hayali canlılığınızın hangi yapısında kullanacağınıza karar veriniz.
7. Hayali canlılığınızın ait yapıların modellerini oluşturarak takım arkadaşınızı hayali canlılığınızın dönüştürünüz.
8. **Çalışma Kâğıdı-4 Hayali Canlının Tanıtılmasını** kullanarak hayali canlılığınızın bilimsel adına karar veriniz ve özelliklerini içeren bir hikâye yazarak bilim dünyasına tanıttınız.
9. **Hayali Canlı Değerlendirme Rubriği** kullanılarak modeller değerlendirilir.

Çalışma Kâğıdı-8 Hayali Canlının Adaptasyonları

Takım Adı:

Takım arkadaşlarınızla birlikte hayali bir canlı düşünün. Hayali canlının sahip olacağı özelliklere karar verirken her birinin birinci aşamada bilgi sahibi olduğu farklı canlılara ait yapılar ve bu yapıların işlevlerini kullanabilirsiniz. Hayali canlınız için seçtiğiniz yapıları, yapıların işlevlerini ve canlıya sağladığı yararları aşağıdaki tabloyu kullanarak açıklayınız.

Açıklamalar Yapılar	Yapının adı ve özelliği (Kanat, kuyruk, ağız, dişler, kök, yaprak, hortum, göz, vb.)	Yapının işlevi	Neden bu yapıyı seçtiğinizi açıklayınız? (Bu yapı canlınızın hayatta kalması için ne tür bir yarar sağlayacak?)
Canlınız hangi dış yapılara sahip olacak?			
Canlınız hangi iç yapılara sahip olacak?			
Canlınız besinlerini bulmak ve yemek için hangi yapılara sahip olacak?			
Canlınız düşmanlarından korunmak için hangi yapılara sahip olacak?			
Canlınız arkadaşlarıyla ve yavrularıyla haberleşmek için hangi yapılara sahip olacak?			
Canlınız eş bulmak için hangi yapılara sahip olacak?			
Siz de ekleyebilirsiniz...			

Takım Adı:

Çalışma Kâğıdı-9 Hayali Canlının Çizimi ve Etiketlenmesi

Hayal ettiğiniz canlının resmini çizin. Resminizi çizerken hayal ettiğiniz canlıya ait yapıları detaylı olarak göstermeye dikkat ediniz.

Canlınızın bilimsel adı:

--

Canlınızı bilim dünyasına tanıtan bir hikâye ya da haber yazınız

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....


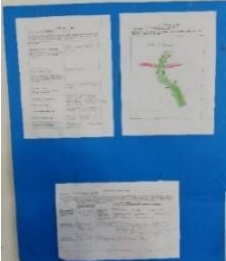



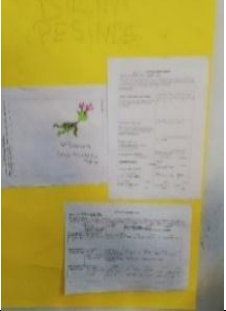

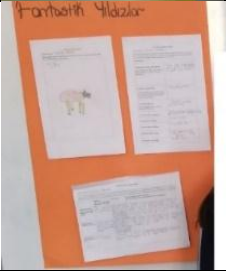
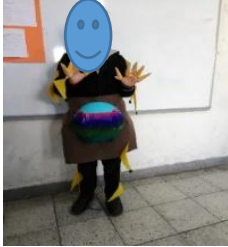



Çalışma Kâğıdı-10 Hayali Canlının

Takım Adı.....

Hayali canlınızı bilim dünyasına tanıtacaksınız. Bunun için aşağıdaki tür künyesini oluşturacaksınız. Bu künyede genel olarak canlınızın sahip olduğu yapılar ve özellikleri; bu özellikleri dikkate alarak bilimsel olarak ait olduğu grup, yaşam alanı, yuvası, besin kaynakları, düşmanları vb. yer verebilirsiniz.

<p>Canlınızın bilimsel adı (İki isimden oluşan ikili isimlendirme adı verilen Latince bir isim olmalıdır. İlk isim <i>cinsi</i>, ikinci isim ise <i>tür</i> olarak tanımlanır. İsmi tamamı italik yazılmalıdır (ör., <i>Homo sapiens</i>) ve cins adının ilk harfi büyük büyük yazılarak kısaltılmalıdır (ör., <i>H. sapiens</i>).</p>	
<p>Canlınızın ait olduğu grup Bitki-hayvan- mikroskobik canlı- mantar mı olduğunu belirtiniz. Bitki ise çiçekli/çiçeksiz hayvan ise omurgalı/omurgasız mı? Omurgalı canlı ise memeli-balık-kurbağa-sürüngen-kuş mu? Omurgasız canlı ise böcek-örümcek-solucan-salyangoz vb. mi? ya da birden çok gruba girebilir şeklinde özellikleriyle tanımlayınız.</p>	
<p>Canlınızın sahip olduğu vücut kısımları (Kuyruk, kanat, hortum, ağız, gaga, yaprak, kök, bacaklar, kulaklar vb. şeklinde özellikleriyle tanımlayınız)</p>	
<p>Canlınızın yaşadığı yer: (Çöl/deniz/orman/kutuplar vb. şeklinde özellikleriyle tanımlayınız.)</p>	
<p>Canlınızın yuvası ve özellikleri</p>	
<p>Canlınızın besin kaynağı</p>	
<p>Canlınızı bekleyen tehlikeler</p>	
<p>Canlınızın en güçlü özelliği</p>	
<p>Canlınızın en zayıf özelliği</p>	

Çizimler ve Oluşturulan Hayali Canlılar

	Hayali organizmanın tanıtılması	Hayali organizmanın modellenmesi	Hayali organizmanın tanıtımı
Takım 1	Uçan sürüngen sürüngenler ve kuşlar sınıfındadır. Kuyruğu, kanatları, ağzı ve bacakları vardır. Yağmur ormanlarında yaşar, çalılıklara yuva yapar, yerde sürünür ve uçabilir. Geko'nun ayakları gibi yapışkan ayakları vardır. Beslenmek için avlanır. En güçlü özellikleri zehirli dikenleri ve gözleri, avcılarından korunmasına yardımcı olur. En zayıf özelliği yavaş yürümesidir. Hassas kulaklarla duyabilir ve uluyarak iletişim kurabilir. Güzel gözleri, ağzı ve yuva yapabilmeleri, uçan sürüngenin eş bulmasına yardımcı olabilir.		
Takım 2	Aslan başlı çita memeliler sınıfındadır. Kuyruğu, ağzı, burnu, kulakları ve bacakları vardır. Kendini sıcak tutmak için kürkü ve nefes almak için akciğerleri vardır. Çölde yaşar, ağaçların üzerinde yuva yapar ve beslenmek için avlanır. Avlanmak ve avcılarından korunmak için en güçlü özellikleri keskin dişleri, pençeleri ve bacaklarıdır. En büyük tehlike onlar için insandır. Koku alma kabiliyeti ile iletişim kurar. Bu yetenek ve bir eş bulmasına da yardım eder.		
Takım 3	Yumurtlayan memeli Babacan'ın kuyruğu, ağzı, boynuzu, dişleri, pençeleri, kulakları ve kara benekleri vardır. Kalın kemikli bir omurgalıdır. Kılı bir vücuda ve yırtıcı hayvanlardan korumaya yardımcı olan kalın bir yağ tabakasına sahiptir. Babacan ormanda yaşar ve tepenin üzerindeki bir mağaraya yuvasını yapar. Balık ve et yer. Avcılar ve kendi türü Babacan'ın hayatı için tehlikelidir. Babacan'ın en güçlü yapıları zehirli dişleriyken, uzun kuyrukları olan kamuflaj ve boynuzları en zayıf yapılarıdır. Göz alıcı renklere ve renk değiştirme özelliklerine sahip olmak Babacan'ın eş bulmasını sağlar.		
Takım 4	Ulti-ay-ı iki yaşamlıdır. Ağzı, ciğerleri, solungaçları, kulakları, bacakları, dişleri, pençeleri ve gözleri vardır. Ciğerleri ve solungaçları sayesinde denizde ve karada nefes alabilir. Etçildir ve ormanda yaşar. Avcısı şahindir. Pençeleri ve dişleri savunmaya yardımcı olur. Kalın kürk, onu soğuk havalardan uzak tutmaya yardımcı olur. Daha güçlü olan kısmı Geko gözleridir. Bu sayede her şeyi görebilir. En zayıf özelliği korkak olmasıdır. Güzel bir sese sahip olması eş bulmasına yardımcı olur.		
Takım 5	Tekakdomeji sürüngen ve etoburdur. Daha iyi görmek ve avlamak için büyük gözleri vardır ve keskin dişleriyle avını parçalar. Avcılarından korunmak için büyük bir kabuğu vardır. Tekakdomeji ormanda ağaç kovuğunun içinde yaşar. Tekakdomeji'nin en güçlü yapısı zehirli dikenleridir, en zayıf yapısı da ayak tırnaklarıdır. Zehirli dikenler yaşamını korumasına yardımcı olur. Ayrıca, uzun bacakları sayesinde hızlı koşabilir. Tekakdomeji iletişim için kurt gibi ulur. İlginç görüşüyle ile kolayca bir eş bulabilir.		
Takım 6	Kızıl kafa, birden fazla grupta sınıflandırılabilir. Ormanda yaşar ve serin bir yerde yuvasını yapar. Kurt gibi pençeleri ve avlanmak için yarası gibi zehirli dişleri vardır. Bukalemun gibi renk değiştirebilir ve kaplumbağa gibi güçlü kabuğu ve bir yılan gibi esnek omurgası vardır. En güçlü yapıları pençeleri ve zehirli dişlerdir, en zayıfı ise kuyruğudur. Balıkları avlarlar. Etçiller düşmanlarıdır. Kızıl Kafa, köpekler gibi havlayarak iletişim kurar. Süslü görünüşü sayesinde eş bulabilir.		

Hayali Canlı Değerlendirme Rubriği

Takım Adı:

Boyut	Kriter	Hayali Canlı Değerlendirme Rubriği			
		0	1	2	3
Model geliştirme ve kullanma	Canlının adlandırılması ve sınıflandırılması	Canlı adlandırılmamış ve sınıflandırılmamıştır.	Canlı adlandırılmıştır fakat sınıflandırılmamıştır.	Canlı sınıflandırılmış fakat adlandırılmamıştır.	Canlı adlandırılmış ve sınıflandırılmıştır.
	Çizim ve etiketleme	Canlı çizilmemiştir.	Canlının çizimi net değildir ve ince detaylar eksiktir.	Canlının çizimi nettir fakat ince detaylar eksiktir.	Canlının çizimi nettir ve ince detaylara sahiptir.
	Betimleme	Canlı betimlenmemiştir.	Canlının betimlemesi ile çizim ile uyuşmuyor.	Canlının betimlemesi ile çizimi tam olarak uyuşmuyor.	Canlının betimlemesi ile çizimi uyuyor.
Yapı ve İşlev	Beslenme	Yapı ve işlev arasında bir ilişki yoktur.	Canlı modellenen yapılarıyla besin tüketemez.	Canlı modellenen yapılarıyla güçlükle besin tüketebilir.	Canlı modellenen yapılarıyla kolayca besin tüketebilir.
	Düşmanlardan korunma	Yapı ve işlev arasında bir ilişki yoktur.	Canlı modellenen yapılarıyla avcılarından korunamaz.	Canlı modellenen yapılarıyla avcılarından güçlükle korunabilir.	Canlı modellenen yapılarıyla kolayca korunabilir.
	Haberleşme	Yapı ve işlev arasında bir ilişki yoktur.	Canlı modellenen yapılarıyla haberleşemez.	Canlı modellenen yapılarıyla güçlükle haberleşebilir.	Canlı modellenen yapılarıyla kolayca haberleşebilir.
	Eş bulma	Yapı ve işlev arasında bir ilişki yoktur.	Canlı modellenen yapılarıyla eş bulamaz.	Canlı modellenen yapılarıyla güçlükle eş bulabilir.	Canlı modellenen yapılarıyla kolayca eş bulabilir.
	Yaşam alanı	Yapı ve işlev arasında bir ilişki yoktur.	Canlı modellenen yapılarıyla yaşam alanında hayatta kalamaz.	Canlı modellenen yapılarıyla yaşam alanında güçlükle hayatta kalabilir.	Canlı modellenen yapılarıyla yaşam alanında kolayca hayatta kalabilir.
Toplam Puan	.../24				

Etkinlik- 13**Büyük Tasarım Görevi**
(Bireysel Çalışma)**3. Adım**
Olası
çözüm/çözümlerin
geliştirilmesi

Üniteye başlarken size verilen büyük tasarım görevinizi tekrar okuyunuz. Bu aşamaya kadar öğrendiğiniz bilimsel bilgileri büyük tasarım göreviniz için uygulayacaksınız.

Tasarımınızı oluştururken hangi canlının yapı ve özelliğini kullandınız?

Tasarımınız insanların hangi sorununa nasıl çözüm üretecek?


Etkinlik- 14

4. Adım
En iyi çözümün
seçilmesi

Takım Adı:.....

En Uygun Çözüm Önerisi

Tasarım görevinizi gerçekleştirmek için takım üyelerinizin tasarım görevine ilişkin çözüm önerilerini inceleyiniz. Takımınızla birlikte beyin fırtınası yaparak çözüm önerilerinizi belirleyiniz. Tasarım önerilerini sıralayarak her bir önerinin olumlu ve olumsuz yönlerini belirledikten sonra karar veriniz.

İnsanlığa ilişkin çözülecek problem nedir?						
.....						
ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	PROBLEMİN ÇÖZÜLMESİ	SINIRLAMALAR ve KRİTERLER KARŞILANIYOR MU?				OLUMLU/OLUMSUZ YÖNLER
Bu problem için çözüm öneriniz nedir?	Çözüm öneriniz problemi nasıl çözecek?	Çözüm önerinizin olumlu ve olumsuz yönleri nelerdir?

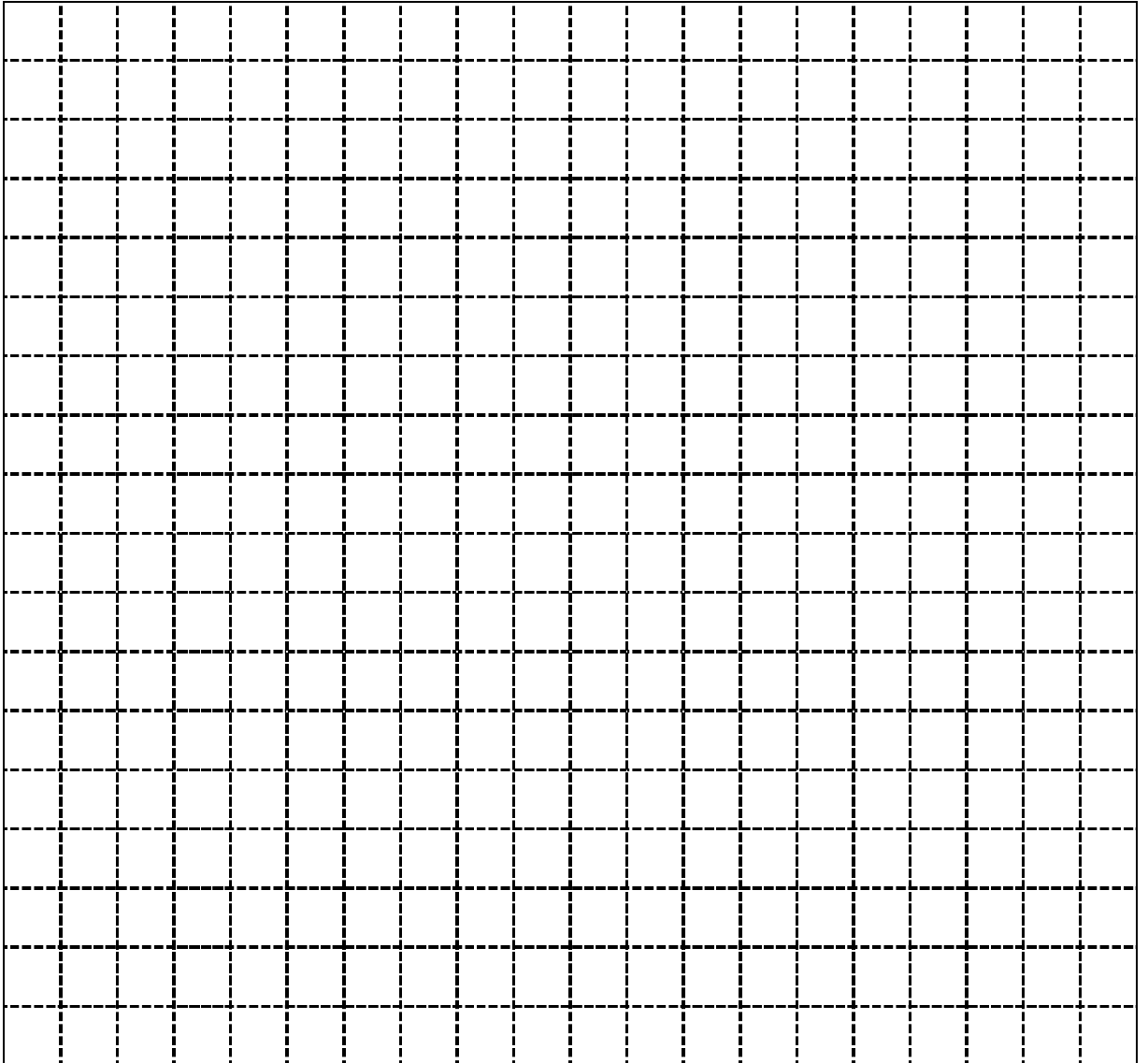
Etkinlik- 15**Büyük Tasarım Görevi Taslak Çizim**5. Adım
Prototipin
oluşturulması

Takımınızın Adı:

Takımınızla birlikte oluşturacağınız tasarımınıza ilişkin olarak taslak çiziminizi aşağıya çizerek aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

Tasarımınızı oluştururken hangi canlının yapı ve özelliğini kullandınız?

Tasarımınız insanların hangi sorununa nasıl çözüm üretecek?




Etkinlik- 16

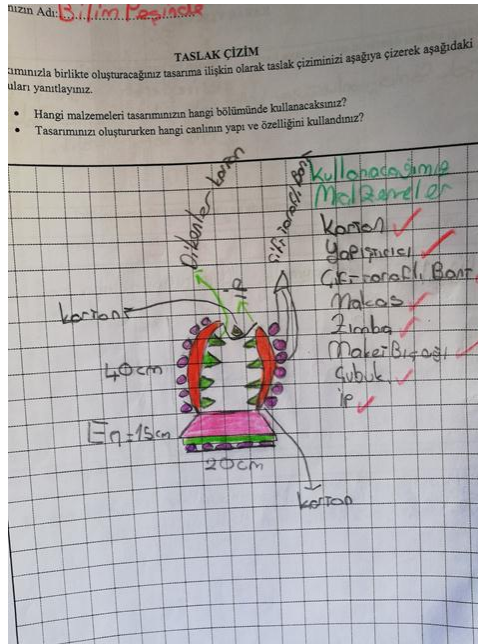
5. Adım
Prototipin
oluşturulması

Takım Adı:.....

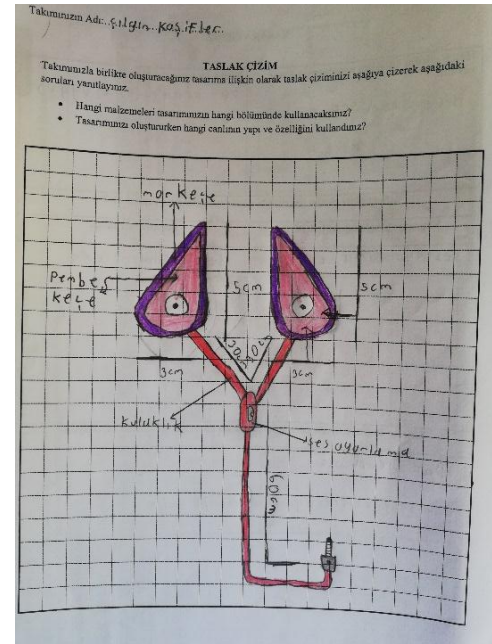
KARAR VERİNİZ

Hangi çözüm önerisini uygulamaya karar verdiniz?	Neden bu kararı verdiniz?
Seçtiğiniz çözüm önerisinde ne tür iyileştirmeler yapılabilir?	
Yapmayı planladığımız iyileştirme	Beklediğiniz fayda
Çözüm önerisi için son kararınız nedir? Bu karara nasıl aldınız? Açıklayınız	

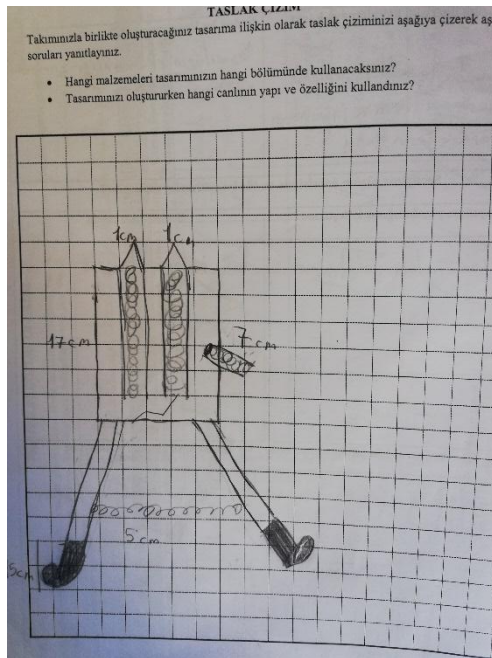
Büyük Tasarım Görevine Ait Taslak Çizimler



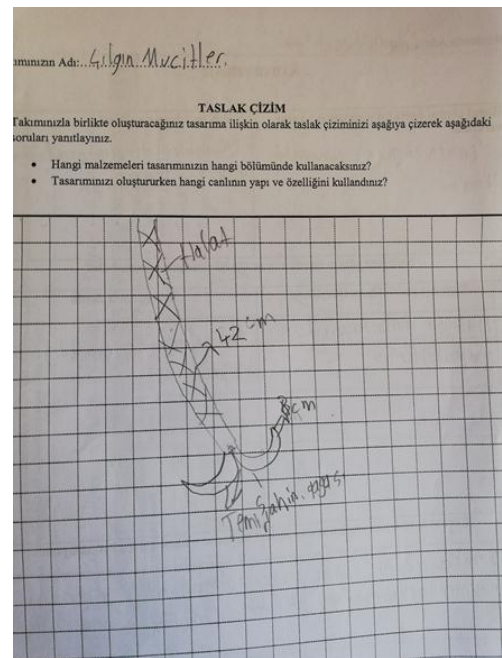
Takım 3
Tuzak Taslak Çizimi



Takım 4
Yarasa Kulağından Kulaklık Taslak Çizimi









Takım 5
Diker-Gömer Taslak Çizimi



Takım 5
Kanca Taslak Çizimi

Biyomimikri Modelleri

5. Adım
Prototipin
oluşturulması

Takım	Model	Tasarımda kullanılan canlının adı	Canlıya ait yapı	Yapının fonksiyonu	Tasarımınız ne tür insan problemini çözdü?	Nasıl çalışıyor?	Tasarımınızın ne tür iyileştirmelere ihtiyacı var?
Takım 1 Balık yakalama filesi		Pelikan	Gaga	Geniş şekliyle balıkları yakalar.	İnsanlara balık avlamaları için yardım etmek	Sular deliklerden akar ve balıklar içeride kalır.	Su için boşaltma delikleri çok küçüktü. Daha büyük olması gerekiyor.
Takım 2 Kaymaz Çorap		Geko	Ayaklar	Düşmeden ve kaymadan tırmanır.	İnsanları kaymaktan ve düşmekten korumak.	Sürülen silikon kaymayı önler.	Çorap altındaki kaymaya dayanıklı malzeme kalındı. Daha ince olması gerekir.
Takım 3 Tuzak		Sinekkapan Bitkisi	Yaprak	Böcekleri ve sinekleri yakalar.	İnsanlara avlanmaları için yardım etmek.	Hayvanlar adımını tuzağa atınca yapraklar kapanır.	Modelin kenarını genişletmek gerekiyor.
Takım 4 Yarasa Kulağından Kulaklık		Yarasa	Kulak	Kulakları ile görür.	Duyamayan insanların duymalarını sağlamak. Ayrıca ses yalıtımı için kullanılabilir	Ses dalgalarını insan beynine gönderir.	Kulaklığın boyutu
Takım 5 Kanca		Şahin	Pençe	Avlarını avlar ve taşır.	İnsanlara ağır şeyleri taşımaları için yardım etmek.	Yük kancaya asılabilir ve insanlar yükü yüksekte tutarlar.	
Takım 6 Diker-Gömer		Tavuk	Gaga	Kavga etme ve korunma. Otları yolar ve çukur açar.	İnsanların kolayca tohum dikmelerini sağlamak.	Tavuğun gagasından biri deliği kazar, diğeri tohumu koyar ve deliği kapatır.	Bizim modelimizde gaga tavuk gagasına benzemiyordu

Çalışma Kâğıdı-11 Tasarımın Kontrol Tablosu

6. Adım
Çözümlerin test edilmesi

TASARIMINIZA İLİŞKİN OLARAK AŞAĞIDAKİ TABLOYU DOLDURUNUZ

TASARIMINIZDA KULLANDIĞINIZ CANLIYA İLİŞKİN BİLGİLER	AÇIKLAMALAR/CEVAPLARINIZ	
Canlının ismi		
Canlıya ait hangi yapıyı kullandınız?		
Kullandığınız yapının özelliğini açıklayınız.		
Kullandığınız yapının görevini/fonksiyonunu açıklayınız.		
Tasarımınız insanlığın hangi sorununu nasıl çözecek?		
Hangi malzemeleri tasarımınızın hangi bölümünde kullanacaksınız?		
Tasarım Kontrol listesi	Evet	Hayır
Tasarım insanlığın bir sorununu çözdü		
Tasarımda kullanılan canlıya ait yapı ve bu yapının işlevi tanımlandı		
Tasarım zamanında tamamlandı		
Tasarımda geri dönüşüm malzemeleri kullanıldı		
Sizce tasarımınız başarılı oldu mu? Başarılı olduğunu düşünüyorsanız nedenini açıklayınız.		

Çözümlerin Paylaşılması

Takımınızla birlikte 10 dakikalık bir sunum oluşturarak bilim insanları ve mühendislerden oluşan şirket yetkililerini tasarımınız hakkında bilgilendireceksiniz. Unutmayın sunumunuz sizin tasarımınızın seçilmesinde ya da elenmesinde çok önemlidir. Sunum sonunda şirket yetkililerinden bir değerlendirme mektubu alacaksınız.

Sunumunuzu planlarken ve sunum sırasında aşağıdaki belirtilen hususlara dikkat ediniz.

1. Büyük tasarım görevine ilişkin sorun/problem nedir?
 - a. Sorunu açık bir şekilde ifade ediniz.
 - b. Sorun ile ilgili kısıtlamalar ve kriterlerin neler olduğunu belirtiniz.
 - c. Tasarımınız bu kriterleri karşılıyor mu? Kısıtlamalara uyuldu mu?
 - d. Bu sorunu çözebilmek için ne tür bilimsel bilgilere ihtiyaç duyduğunuzu ve bu bilgileri tasarımınızda ne şekilde kullandığınızı belirtiniz.
2. Tasarımınızda kullanmak için hangi canlıdan ilham aldınız? Canlıya ait bilgi veriniz. Bu canlının hangi yapı ve işlevinden faydalandınız?
3. Olası çözüm önerileriniz içerisinde hangisini seçtiniz? Neden bu çözüm önerisini seçtiniz?
4. Tasarımınız insanlara ait hangi problemi çözüyor? Tasarımınız bu problemi nasıl çözecek? Kanıt olarak kullanabileceğiniz ne tür verileriniz var?
5. Kanıtlarınızı matematiksel hesaplamalar yoluyla gösterebilir misiniz?
6. Çözümlerinizi nasıl test ettiniz? Test ederken ne tür veriler elde ettiniz? Bu verileri kullanarak çözüm önerinizi nasıl geliştirdiniz?

Yeniden Tasarım

Şirket yetkilileri tarafından size ulaştırılan mektup doğrultusunda tasarımınızla ilgili varsa eksikliklerinizi belirleyiniz. Tasarımlarınızı nasıl daha iyi hale getirebileceğinizi tartışınız. Yaptığımız iyileştirmelerle ilgili bir rapor hazırlayınız.

Tasarımdaki eksiklikler**Eksikliklerin giderilmesine yönelik olarak yapılan iyileştirmeler**

Biyomimikri Tasarım Görevi Değerlendirme Rubriği

Mühendislik Tasarım Süreci	0	1	2	3
Problemin ya da İhtiyacın Tanımlanması	İhtiyaç/problem tanımlanmamış.	İhtiyaç/problem yüzeysel olarak tanımlanmış.	İhtiyaç/problem tanımlanmış.	İhtiyaç/problem tüm detaylarıyla açıkça tanımlanmış.
	Kriterler ve kısıtlamalar tanımlanmamış.	Kriter ve kısıtlamaların bir kısmı tanımlanmış.	Kriter ve kısıtlamaların çoğunluğunu tanımlanmış.	Kriterler ve kısıtlamaların tamamı tanımlanmış.
Problemin ya da İhtiyacın Araştırılması	İhtiyaç/problemin çözümüne yönelik gereksinim duyulan bilgi belirlenmemiş.	İhtiyaç/problemin çözümüne yönelik gereksinim duyulan bilginin bir kısmı belirlenmiş.	İhtiyaç/problemin çözümüne yönelik gereksinim duyulan bilginin çoğunluğu belirlenmiş.	İhtiyaç/problemin çözümüne yönelik gereksinim duyulan bilginin tamamı belirlenmiş.
	Elde edilen bilginin insanların ihtiyacı/problemlerini çözmek için nasıl kullanılacağı belirlenmemiş.	Elde edilen bilginin insanların ihtiyacı / problemlerini çözmek için nasıl kullanılacağı yüzeysel olarak belirlenmemiş.	Elde edilen bilginin insanların ihtiyacı/problemlerini çözmek için nasıl kullanılacağı belirlenmiş.	Elde edilen bilginin insanların ihtiyacı/problemlerini çözmek için nasıl kullanılacağı tüm detaylarıyla açıkça belirlenmemiş.
Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	İhtiyaç/problemin giderilmesine yönelik çözüm önerisi sunulmamış.	İhtiyaç/problemin giderilmesine yönelik sunulan çözüm önerisi kriterler ve kısıtlamaların bir kısmı karşılanmış.	İhtiyaç/problemin giderilmesine yönelik sunulan çözüm önerisi kriterler ve kısıtlamaların çoğunluğu karşılanmış.	İhtiyaç/problemin giderilmesine yönelik sunulan çözüm önerisi kriterler ve kısıtlamaların tamamı eksiksiz karşılanmış.
	Çözüm önerisine yönelik taslak çizilmemiş.	Taslak çizim çözüm önerisini yüzeysel olarak yansıtmış.	Taslak çizim çözüm önerisini yansıtmış.	Taslak çizim çözüm önerisini tüm detaylarıyla yansıtmış.
En İyi Çözümlerin Seçilmesi	Çözüm önerilerinin olumlu ve olumsuz yönleri tanımlanmamış.	Çözüm önerilerinin olumlu ve olumsuz yönlerini yüzeysel olarak tanımlanmış.	Çözüm önerilerinin olumlu ve olumsuz yönlerini çoğunlukla tanımlanmış.	Çözüm önerilerinin olumlu ve olumsuz yönleri tam ve eksiksiz olarak tanımlanmış.
	Seçilen çözümün kriterleri ve kısıtlamaları karşılayıp karşılamadığı açıklanmamış.	Seçilen çözüm için gerekçelerin bir kısmı açıklanmış.	Seçilen çözüm için gerekçelerin çoğunluğu açıklanmış.	Seçilen çözüm için gerekçelerin tamamı açıklanmış.
Prototip Oluşturulması	Çözüm önerisine yönelik bir model / prototip oluşturulmamış.	Çözüm önerisine yönelik kısmen uygun bir model / prototip oluşturulmuş.	Çözüm önerisine yönelik uygun bir model / prototip oluşturulmuş.	Çözüm önerisine yönelik tamamen uygun bir model/prototip oluşturulmuş.
	Model/ prototip için kriter ve kısıtlamaları karşılayan malzeme kullanılmamış.	Model/ prototip için kriter ve kısıtlamaları kısmen karşılayan malzeme kullanılmış.	Model/ prototip için kriter ve kısıtlamaların çoğunluğunu karşılayan malzeme kullanılmış.	Model/ prototip için kriter ve kısıtlamaların tamamını karşılayan malzeme kullanılmış.
Çözümlerin test edilmesi ve değerlendirilmesi	Model/ prototipin ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği test edilmemiş.	Model/ prototipin ihtiyacı / problemi nasıl çözeceği test edilmiş. Test sonuçları analiz edilmemiş.	Model/ prototipin ihtiyacı / problemi nasıl çözeceği test edilmiş. Test sonuçları kısmen analiz edilmiş.	Model/prototipin ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği test edilmiş. Test sonuçlarının tamamı analiz edilmiş.
	Test sonuçlarına ilişkin veriler bilimsel bir dil kullanılarak açıklanmamış.	Test sonuçlarına ilişkin verilerin bir kısmı bilimsel bir dil kullanılarak açıklanmış.	Test sonuçlarına ilişkin verilerin çoğunluğu bilimsel bir dil kullanılarak açıklanmış.	Test sonuçlarına ilişkin verilerin tamamı bilimsel bir dil kullanılarak detaylarıyla açıklanmış.
Çözümlerin Paylaşılması	Tasarımların ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği açıklanmamış.	Tasarımların ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği kısmen açıklanmış.	Tasarımların ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği açıklanmış.	Tasarımların ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği tam ve eksiksiz açıklanmış.
	Canlı/canlılara ait yapı/yapılar ve bu yapıların fonksiyonlarından ne şekilde yararlandığı belirtilmemiş.	Canlı/canlılara ait yapı/yapılar ve bu yapıların fonksiyonlarından ne şekilde yararlandığı kısmen belirtilmiş.	Canlı/canlılara ait yapı/yapılar ve bu yapıların fonksiyonlarından ne şekilde yararlandığı belirtilmiş.	Canlı/canlılara ait yapı/yapılar ve bu yapıların fonksiyonlarından ne şekilde yararlandığı tam ve detaylarıyla belirtilmiş.
Yeniden Tasarım	Tasarım için gerekli iyileştirmeler tanımlanmamış.	Tasarım için gerekli iyileştirmeler kısmen tanımlanmış.	Tasarım için gerekli iyileştirmeler tanımlanmış.	Tasarım için gerekli iyileştirmeler detaylarıyla tanımlanmış.
	Çözümlerin test edilmesi ve paylaşılması sonucunda elde edilen veriler ve geri bildirimler doğrultusunda tasarımlar iyileştirilmemiş.	Çözümlerin test edilmesi ve paylaşılması sonucunda elde edilen veriler ve geri bildirimler doğrultusunda tasarımlar kısmen iyileştirilmiş.	Çözümlerin test edilmesi ve paylaşılması sonucunda elde edilen veriler ve geri bildirimler doğrultusunda tasarımlar iyileştirilmiş.	Çözümlerin test edilmesi ve paylaşılması sonucunda elde edilen veriler ve geri bildirimler doğrultusunda tasarımlar en iyi şekilde iyileştirilmiş.
Toplam Puan	.../48			

Biyomimikri Modülü Yansıtıcı Değerlendirme Formu

Aşağıdaki soruları boşluklara cevaplayınız. Açıklamak için çizim ekleyebilirsiniz. Bunun için kâğıdın arka yüzünü veya ayrı bir kâğıt kullanabilirsiniz.

1. Modelinizi/prototipinizi tasarlarken ne tür zorluklarla karşılaştınız?

.....
.....

2. Bu zorlukların üstesinden nasıl geldiniz?

.....
.....

3. Çalışmada neler öğrendiniz?

.....
.....

4. Modelinizi/prototipinizi iyileştirmek için neler yaptınız?

.....
.....

5. Bu çalışmada neleri sevdiniz?

.....
.....

6. Bu çalışmada neleri sevmediniz?

.....
.....

7. Bir takım olarak nasıl çalıştığınızı açıklayınız?

.....
.....

8. Bu çalışmada neleri değiştirmek isterdiniz?

.....
.....

Ek 4. Kuvvetin Ölçülmesi Modülü

Şeker Çantası Tasarım Görevi

Plastik poşetler doğada bozulmaya başladıklarında çevreye zararlı kimyasal maddeler yayarlar. Bu maddeler toprağa, suya karışarak besin zinciri yoluyla doğadaki tüm canlılar için ciddi sorunlara yol açarlar. Yaklaşık %1'i geri dönüştürülen bu poşetler doğada 1000 yılda yok olmaktadır. Bu nedenle birçok Avrupa ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de plastik poşetlerin kullanımına sınırlandırılmalar getiriliyor. Plastik poşet kullanımını azaltmak için birinci önlem olarak poşetler para karşılığında satılmaya başlandı. Bir süre sonra da plastik poşet kullanımı tamamen yasaklanacak.

Çevreye duyarlı bir şeker firması müşterilerinin satın aldığı şekerleri koymaları için plastik poşet yerine kâğıt çantalar kullanmak istiyor. Kâğıt, doğada 3 ayda yok olabilmekte ve yaklaşık %65'i geri dönüşüme kazandırılmaktadır.

Ürün ve ambalaj mühendisliği, birçok farklı nesne türü için ambalaj tasarlar. Ambalajlar genellikle içinde ne olduğu hakkında bilgi içerir. Ambalajlar ürünün kolay taşınması, korunması ve saklanmasını sağlar. Ürün ve ambalaj mühendisi olarak takımınızla birlikte, çalıştığımız **Tatlı Şeker** isimli firmada kullanılmak üzere kâğıttan yapılmış bir taşıma çantası tasarlayacaksınız.

Tasarımınız için talimatlar

1-Çantanız en az 20 Newton'luk şeker taşımalıdır ve boyutları 20 cm eninde, 25 cm boyunda ve 10 cm genişlikte olmalıdır.

2-Çantanın bir yüzünde şeker firmasının reklamı diğer yüzünde ise geri dönüşüm için bir slogan yer almalıdır.

3-Çanta tamamen geri dönüşümle elde edilen kâğıttan yapılmalıdır.

4-Toplam bütçeniz 1 liradır.

Tasarımınızı iki ders saati içerisinde tamamlayacaksınız. Oluşturduğunuz şeker çantalarına ilişkin 10 dakikalık bir sunum süresi verilecektir. Sunumunuzda şirket yetkililerini sizin çantanızı kullanmaları için ikna etmelisiniz.

Tasarım görevinizi gerçekleştirirken aşağıdaki mühendislik döngüsünü kullanacaksınız.



Çalışma Kâğıdı-1 Tasarım Görevinin Tanımlanması

1. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
tanımlanması

Size verilen tasarım görevinizi dikkatlice okuduktan sonra aşağıdaki tabloyu doldurunuz

TASARIM GÖREVİNİN TANIMLANMASI	
OKUDUĞUNUZ SENARYODAN NELER ÖĞRENDİNİZ?	
Metinden neler anladınız?	Metinde hangi cümleden bu sonuca vardınız?
Tasarım Göreviniz Nedir?	
Tasarım göreviniz için kriterler nelerdir?	
Tasarım göreviniz için sınırlamalar nelerdir? (Tasarımınızı tamamlamak için ne kadar süreniz var? Hangi materyalleri kullanmak için izin verildi?)	
Tasarım görevinizin için sınırlamalar nelerdir?	
Ürününüzün son kullanıcıları kimlerdir?	

NELER BİLİYORUM? (Tasarım görevinizi gerçekleştirmek için bildikleriniz nelerdir?)	NELER ÖĞRENMEK İSTİYORUM? (Neleri bilmem gerekiyor?)	NELER ÖĞRENDİM? (Tasarım görevini tamamladıktan sonra cevaplayınız)


Etkinlik-1
Kuvvetin Etkileri

2. Adım
İhtiyacın yada
problemin
araştırılması

Aşağıdaki işlemleri yaparak gözlemlerinizi yazınız.

(Yönü değişebilir, harekete başlayabilir, daha hızlı hareket edebilir, şekli değişebilir, durabilir, yavaşlayabilir)

Araç ve Gereçler Oyun hamuru, top, paket lastiği		
Yapılan İşlem	Gözlemlerinizi (Kuvvetin Etkileri)	Gözlediğiniz olayın sebebi nedir?
Duran bir topa ayağımızla dokunursak		
Yuvarlanan topa hareketine zıt yönde ayağımızla dokunursak		
Yuvarlanan topa hareketiyle aynı yöne ayağımızla dokunursak		
Oyun hamurunu elimizle sıkarsak		
Paket lastiğini çekersek		

Temas Gerektiren Kuvvetler ve Temas Gerektirmeyen Kuvvetler

Mıknatıs, dış yüzeyi plastik kalem, küçük kâğıt parçaları		
Yapılan İşlem	Gözlemlerinizi (Kuvvetin Etkileri)	Gözlediğiniz olayın sebebi nedir?
Mıknatısı toplu iğnelere yaklaştırınız		
Plastik kaplı kalemi yün kumaşa sürterek küçük kâğıt parçalarına yaklaştırınız		
Belirli bir yükseklikten silginizi bırakınız		

Etkinlik-2

Kuvveti Nasıl Ölçeriz?

2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması

Araç- gereçler

Dinametreler (1000gr- 500gr-100 gr)

Uygun dinamometreleri kullanarak okul çantanızdaki cisimlerin ağırlıklarını ölçerek aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Ağırlığını ölçtüğünüz cisim	Hangi Dinamometreyi Kullandınız (1000gr/500gr/100 gr)	Değer (Newton)	Neden bu dinamometreyi kullandınız?

Araştırma Sorusu: Yaya asılan ağırlık artarsa yaydaki uzama miktarı nasıl değişir?

Araç ve Gereçler: Yay, cetvel, demir çubuk, bağlantı parçaları, 50, 100, 150 ve 200 gramlık kütleler

Hipoteziniz:

Sabit Tutulan Değişken:

Bağımsız Değişken:

Bağımlı Değişken:

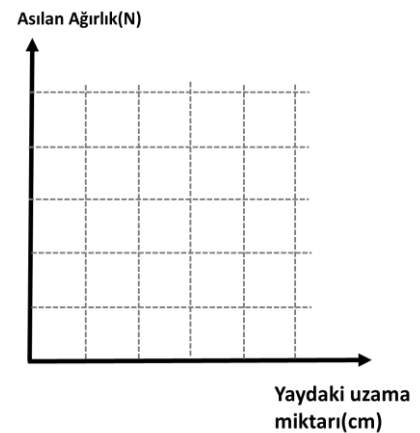
Yaya verilen kütleleri sırasıyla asarak yayın uzama miktarını kaydediniz.

Deney düzeneğini çiziniz

Matematik becerileri

Elde ettiğiniz verileri kullanarak bir sütun grafiği çiziniz.

Verileri kaydedelim	
Asılan kütle (N)	Yayın uzama miktarı (cm)
50	
100	
150	
200	
Hesaplayalım: Bu yaya 300 N'luk bir ağırlık asılırsa yayın boyu kaç cm olur?	

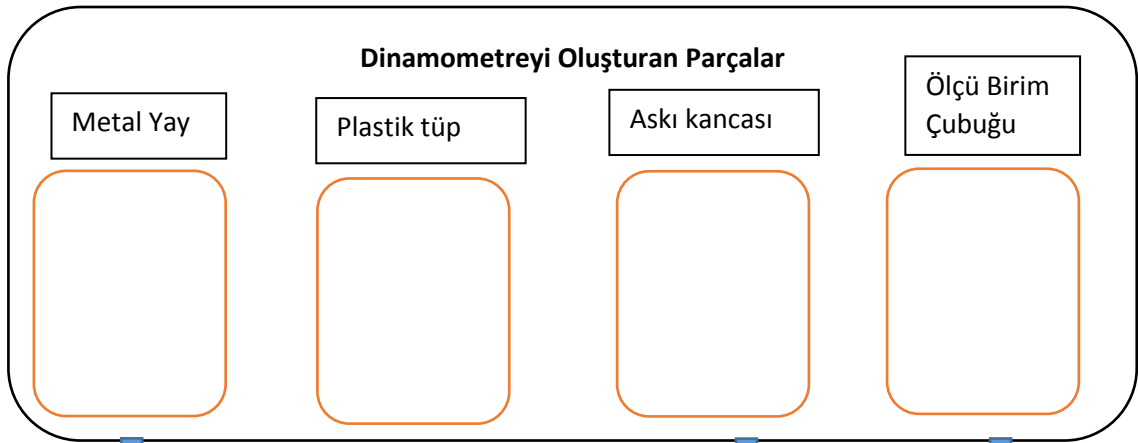
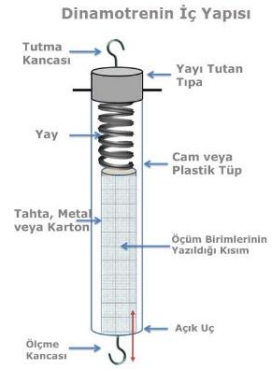


Hipoteziniz doğru çıktı mı? Açıklayınız :

Etkinlik-3

2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması

Tersine Mühendislik Uygulaması
Dinamometreyi Oluşturan Parçalar



YUKARIDAKİ PARÇALAR EKSİK OLUR YA DA BOZULURSA DİNAMOMETRENİN ÇALIŞMASINI NASIL ETKİLER?

--	--	--	--

Bu parçaların bir arada nasıl çalıştığını açıklayınız.

.....

.....

Etkinlik-4

Bir Dinamometre Yapalım

2. Adım
İhtiyacın yada
problemin
araştırılması

Araç gereçler

Dinamometre için: Esnek yay, PVC boru (çapı 2cm)- lastik veya mantar tıpa (çapı 2cm), tel (askılar için), vida, maket çubukları

Yan keski, karga burun, cetvel -demir çubuk ve bağlantı parçaları, çeşitli miktarda kütleler.

Dinamometrenin hangi parçalardan oluştuğunu ve bu parçaların görevlerini öğrenmişsiniz. Şimdi sizler grubunuzla bir dinamometre tasarlayacaksınız.



Yaya kütle asılmadan önceki boyu:

Yaya asılan kütle	Kütle asılan yayın boyu	Yaydaki uzama miktarı (cm)	Dinamometre ölçü çubuğuna yazacağınız değer (N)
100 gram			
200 gram			
300 gram			
400 gram			
500 gram			

Tasarımınızı tamamladıktan sonra ağırlığını bilmediğiniz bir cismi size verilen bir dinamometre ile ve kendi tasarladığınızı dinamometre ile ölçünüz. Aynı değeri gösterdi mi? Göstermedi ise neden aynı değeri göstermediğine ilişkin görüşünüzü yazınız.

.....

.....

.....

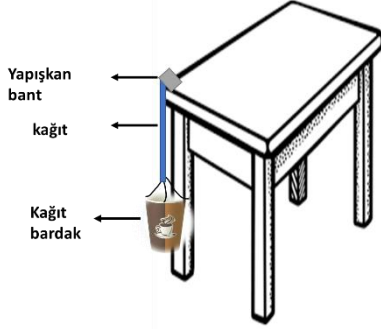
Etkinlik-5

Hangi kâğıdı kullanmalıyım?

2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması

Araç gereçler

Öğrenci sırası, yapışkan bant, kutu bardak, ip, metre, 50'şer gramlık kütleler, dinamometre, kâğıt şeritler



Kâğıtlardan her biri 5'er cm genişliğinde 30cm uzunluğunda şeritler kesin. Kutu bardağın üç kenarından delik açarak ipler bağlayın ve bant ile kâğıda tutturun. Şekildeki gibi bir düzenek hazırlayın.

Araştırma Sorusu: Kâğıdın cinsi taşıdığı ağırlık miktarını etkiler mi?

Kâğıdın cinsi	Tahminiz Kaç tane 50 gramlık kütle taşıyabilir?	Gerçekleşen Kaç tane 50 gramlık kütle taşıdı	Taşıdığı ağırlık (Newton)
İmitasyon Kraft-I			
Testliner			
Beyaz Kraft			
İmitasyon Kraft - II			

Hesaplayalım:

Tasarlayacağınız çantanın taşıyabileceği yaklaşık ağırlığı her bir kâğıt türü için hesaplayınız. Hesaplama için en sağdaki sütunu kullanınız.

Kâğıdın cinsi	Kâğıdın Boyutu (.....)	Taşıdığı ağırlık(N)	Çantanın Boyutu (.....)	Yaklaşık olarak Çantanın taşıyabileceği ağırlık (Newton)
İmitasyon Kraft-I				
Testliner				
Beyaz Kraft				
İmitasyon Kraft -II				


Etkinlik-6
Büyük Tasarım Görevi
(Bireysel Çalışma)
3. Adım
Olası
çözüm/çözümlerin
geliştirilmesi
Adınız Soyadınız:

Üniteye başlarken size verilen büyük tasarım görevinizi tekrar okuyunuz. Bu aşamaya kadar öğrendiğiniz bilimsel bilgileri büyük tasarım göreviniz için uygulayacaksınız

Tasarımınızı oluştururken hangi canlının yapı ve özelliğini kullandınız?

.....

Tasarımınız insanların hangi sorununa nasıl çözüm üretecek?

.....

Modelinize ilişkin olarak toplam maliyeti hesaplayınız.

MALİYET TABLOSU								
Kullanacağınız malzeme	Birim Fiyatı	Miktar	Toplam Fiyat		Kullanacağınız malzeme	Birim Fiyatı	Miktar	Toplam Fiyat
					Toplam Maliyet:			

Etkinlik-7

En Uygun Çözüm Önerisi

4. Adım
En iyi çözümün
seçilmesi

Tasarım görevinizi gerçekleştirmek için takım üyelerinizin tasarım görevine ilişkin çözüm önerilerini inceleyiniz. Takımınızla birlikte beyin fırtınası yaparak çözüm önerileriniz belirleyiniz. Tasarım önerilerini sıralayarak her bir önerinin olumlu ve olumsuz yönlerini belirledikten sonra karar veriniz.

İnsanlığa ilişkin çözülecek problem nedir?						
.....						
ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	PROBLEMİN ÇÖZÜLMESİ	SINIRLAMALAR ve KRİTERLER KARŞILANIYOR MU?				OLUMLU/OLUMSUZ YÖNLER
Bu problem için çözüm öneriniz nedir?	Çözüm öneriniz problemi nasıl çözecek?	Çözüm önerinizin olumlu ve olumsuz yönleri nelerdir?

Etkinlik-8**Büyük Tasarım Görevi Taslak Çizim**5. Adım
Prototipin
oluşturulması**Takımınızın Adı:**.....

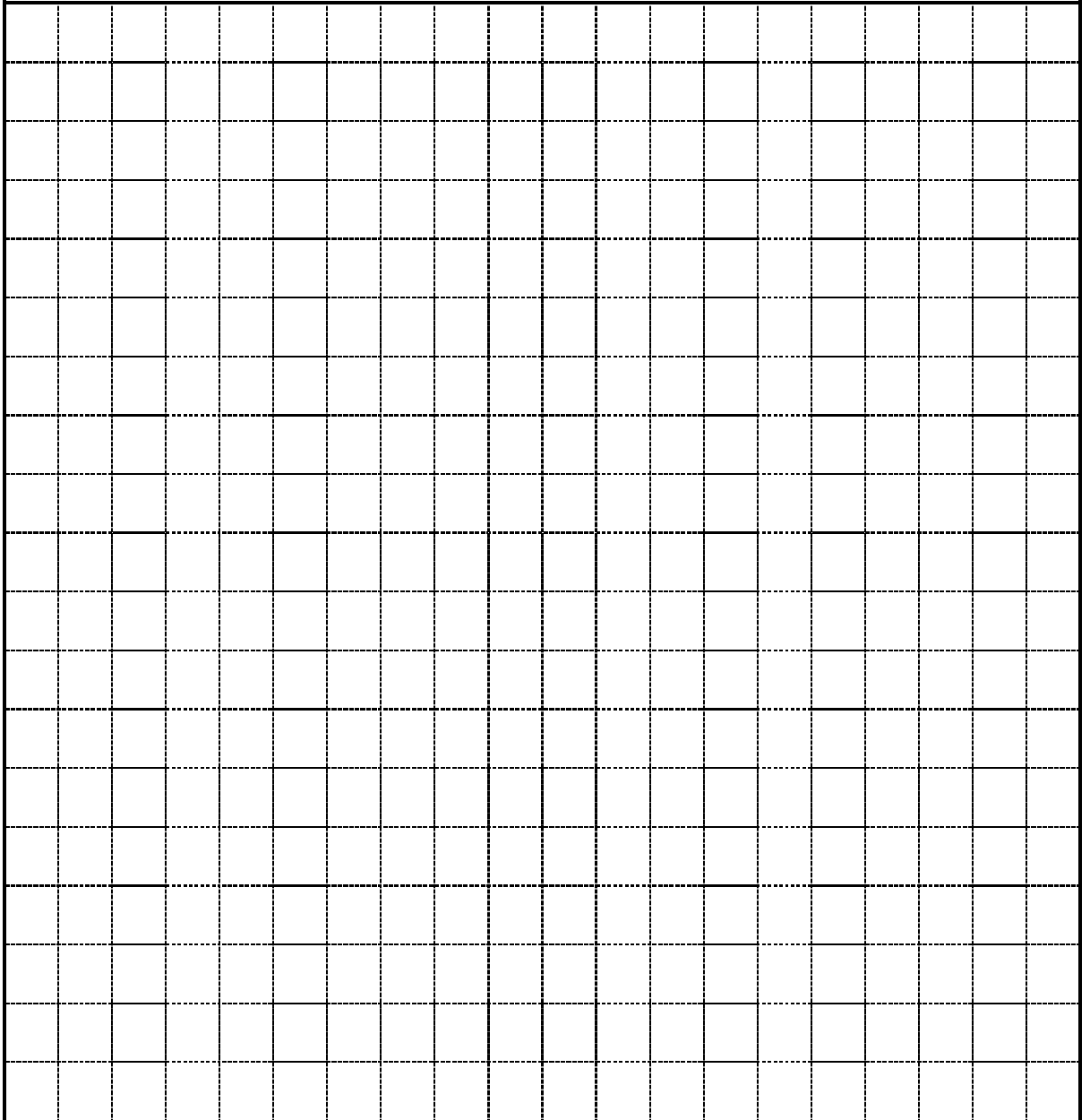
Takımınızla birlikte oluşturacağınız tasarımınıza ilişkin olarak taslak çiziminizi aşağıya çizerek aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

-Taslak çiziminizi yaptığınız şeker çantası prototipi insanlara ilişkin hangi sorunu /sorunları çözecek?

.....

-Tasarladığınız çantanın hangi bölümünde ne tür malzemeler kullanacaksınız?

.....



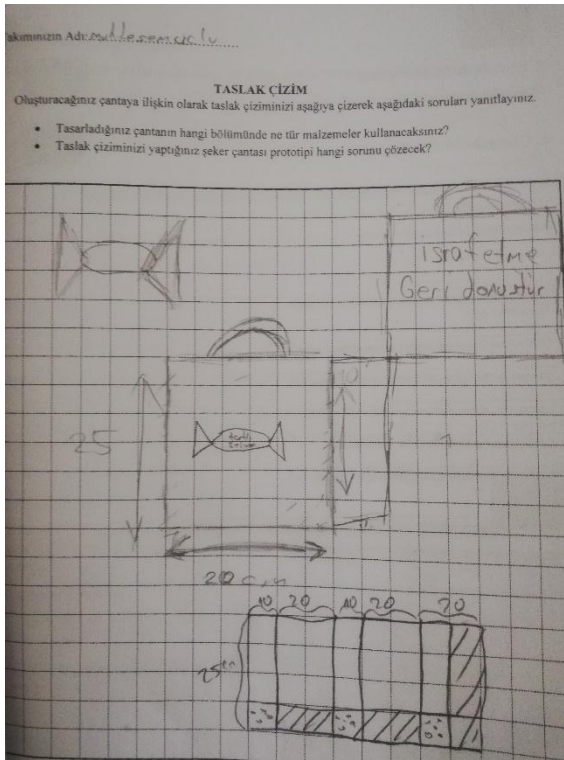

Etkinlik-9

Takımınızın Adı:.....

KARAR VERİNİZ

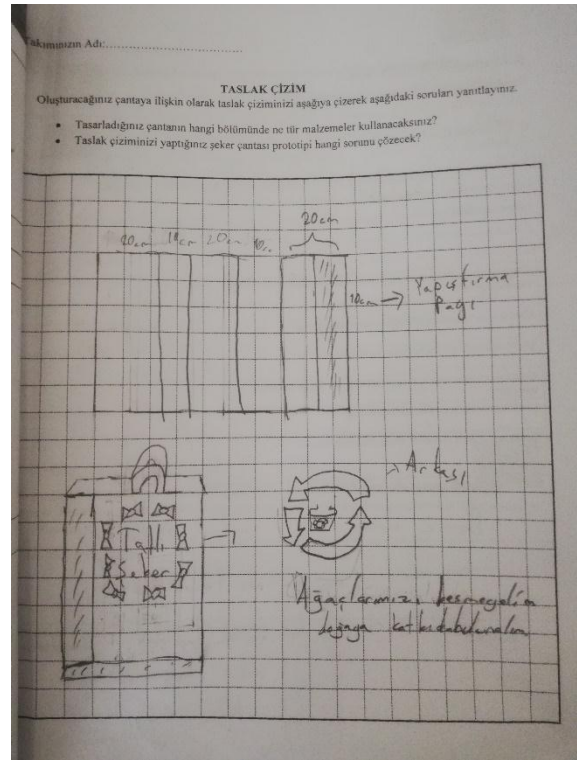
Hangi çözüm önerisini uygulamaya karar verdiniz?	Neden bu kararı verdiniz?
Seçtiğiniz çözüm önerisinde ne tür iyileştirmeler yapılabilir?	
Yapmayı planladığınız iyileştirme	Beklediğiniz fayda
Çözüm önerisi için son kararınız nedir? Bu karara nasıl aldınız? Açıklayınız	

Büyük Tasarım Görevine Ait Taslak Çizimler



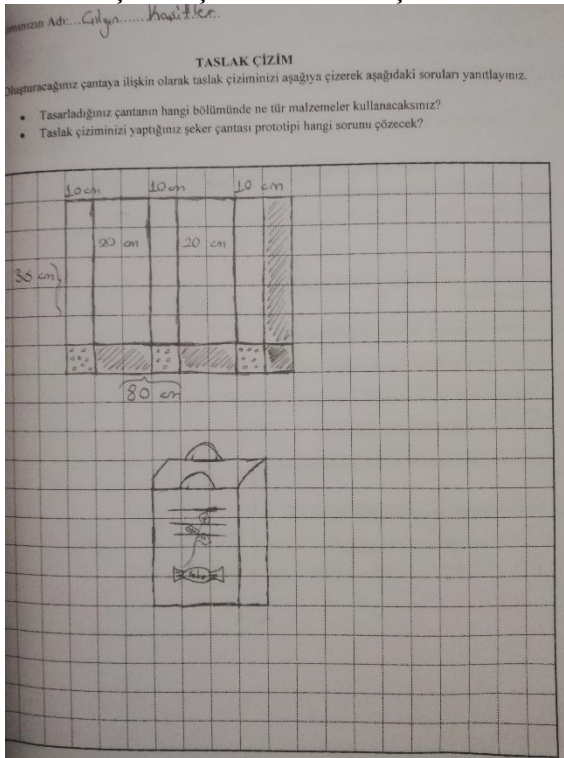
Takım 1

Şeker Çantası Taslak Çizim



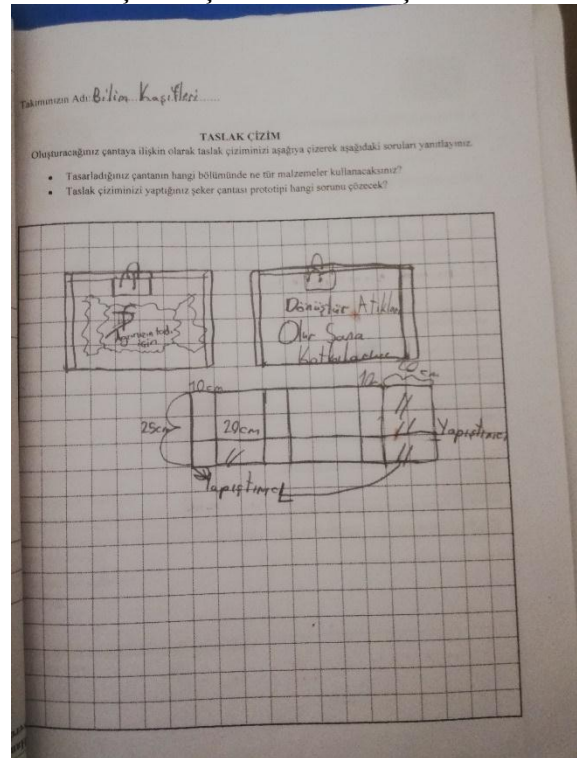
Takım 3

Şeker Çantası Taslak Çizim



Takım 4

Şeker Çantası Taslak Çizim















Takım 6

Şeker Çantası Taslak Çizim

Prototip Şeker Çantası Modelleri

5. Adım
Prototipin
oluşturulması

Takım	Firmaya yazılan mektuplar	Çanta ön yüz	Çanta arka yüz
Takım 1	Biz tasarımıımızda testliner adı verilen bir kâğıt türü kullandık. Tasarımda yapıştırıcı, kâğıt ve renkli kalemler kullandık. Reklam çizip slogan hazırladık. Çantayı 53 kuruşa malettik. Kriterlerinize uyumlu olmuştur. 1 liraya satacağız, cevabınızı bekliyoruz.		
Takım 2	Bizin kağıdımızın adı imitasyon Kraft I. Çanta 20 Newtonu taşırken sapı koptu. Ama 3. Denemede düzelttik. Ama logomuz iyi. 96 kuruşa malettik. Kâğıt biraz zor katlanıyor ve 1 TL'ye satıyoruz. Kriterlerinize uygundur.		
Takım 3	Bizim çantamız çok sağlam ve kullanışlı. Logolarımız çok güzel olduğu için bence en iyisi. Tutacakları destekleyen kağıtlar olduğu için çok sağlam ve yapısı onu müşterilerin parmaklarına oturarak rahatlatıyor. Beyaz Kraft adlı kâğıdı kullandık çünkü logo daha rahat gözükebilir.		
Takım 4	Sayın Tatlı Şeker Firması. Tasarımıımız kâğıt çanta hem dayanıklı hem de sağlamdır. Sağlam olması 20 Newtonluk ağırlığı rahatça taşımamı sağladı. Bu çalışmayı yaparken toplam maliyetimiz 56 kuruş oldu. Kâğıt çantayı firmaya 65 kuruşa satmayı planlıyoruz. Bu ürünü kullanmanızı isteriz. Çanta yapılan testlerden rahatça geçti. Çantamızda beyaz Kraft kağıdını kullandık. Bütün kriterlere uyuyor. Geri dönüşümlü, sağlığa zararsız verilen boyutlara uygun ve kullanıma hazırdır.		
Takım 5	Sayın Tatlı şeker firması Çantamız imitasyon II kağıdından yaptık. Kâğıt çok sağlam 20 N taşımıştır. Kolay kolay yırtılmayacak.		
Takım 6	Sayın tatlı şeker firması Firmanızda kullanılmak üzere kâğıttan yapılmış bir çanta tasarladık. Bütün kriter ve sınırlamalara uyduk. Sloganımız dönüştür atıkları olsun sana katkıları. Saygılarımızla Tasarımcılar.....		

..Çözümlerin Paylaşılması

Takımınızla birlikte 10 dakikalık bir sunum oluşturarak bilim insanları ve mühendislerden oluşan şirket yetkililerini tasarımınız hakkında bilgilendireceksiniz. Unutmayın sunumunuz sizin tasarımınızın seçilmesinde ya da elenmesinde çok önemlidir. Sunum sonunda şirket yetkililerinden bir değerlendirme mektubu alacaksınız.

Sunumunuzu planlarken ve sunum sırasında aşağıdaki belirtilen hususlara dikkat ediniz.

1. Büyük tasarım görevine ilişkin sorun/problem nedir?
 - a. Sorunu açık bir şekilde ifade ediniz.
 - b. Sorun ile ilgili kısıtlamalar ve kriterlerin neler olduğunu belirtiniz.
 - c. Tasarımınız bu kriterleri karşılıyor mu? Kısıtlamalara uyuldu mu?
 - d. Bu sorunu çözebilmek için ne tür bilimsel bilgilere ihtiyaç duyduğunuzu ve bu bilgileri tasarımınızda ne şekilde kullandığınızı belirtiniz.
7. Tasarımınızda kullanmak hangi kâğıdı kullandınız? Kullandığınız kâğıdın özellikleri nelerdir?
8. Olası çözüm önerileriniz içerisinde hangisini seçtiniz? Neden bu çözüm önerisini seçtiniz?
9. Tasarımınız insanlara ait hangi problemi çözüyor? Tasarımınız bu problemi nasıl çözecek? Kanıt olarak kullanabileceğiniz ne tür verileriniz var?
10. Kanıtlarınızı matematiksel hesaplamalar yoluyla gösterebilir misiniz?
11. Çözümlerinizi nasıl test ettiniz? Test ederken ne tür veriler elde ettiniz? Bu verileri kullanarak çözüm önerinizi nasıl geliştirdiniz?
- 12.

8. Adım
Yeniden tasarım

Yeniden Tasarım

Sunum sonrasında öğrenciler tarafından yapılan değerlendirmeleri göz önüne alarak eksikliklerinizi gideriniz. Eksiklikleriniz tamamlayarak tasarımlarınızı daha iyi hale getiriniz. Yaptıklarınıza ilişkin olarak bir rapor hazırlayınız.

Tasarımdaki eksiklikler	
Eksikliklerin giderilmesine yönelik olarak yapılan iyileştirmeler	

Şeker Çantası Tasarım Görevi Değerlendirme Rubriği

Mühendislik Tasarım Süreci	0	1	2	3
Problemin ya da İhtiyacın Tanımlanması	İhtiyaç/problem tanımlanmamış.	İhtiyaç/problem yüzeysel olarak tanımlanmış.	İhtiyaç/problem tanımlanmış.	İhtiyaç/problem tüm detaylarıyla açıkça tanımlanmış.
	Kriterler ve kısıtlamalar tanımlanmamış.	Kriter ve kısıtlamaların bir kısmı tanımlanmış.	Kriter ve kısıtlamaların çoğunluğunu tanımlanmış.	Kriterler ve kısıtlamaların tamamı tanımlanmış.
Problemin ya da İhtiyacın Araştırılması	İhtiyaç/problemin çözümüne yönelik gereksinim duyulan bilgi belirlenmemiş.	İhtiyaç/problemin çözümüne yönelik gereksinim duyulan bilginin bir kısmı belirlenmiş.	İhtiyaç/problemin çözümüne yönelik gereksinim duyulan bilginin çoğunluğu belirlenmiş.	İhtiyaç/problemin çözümüne yönelik gereksinim duyulan bilginin tamamı belirlenmiş.
	Elde edilen bilginin insanların ihtiyacını / problemlerini çözmek için nasıl kullanılacağı belirlenmemiş.	Elde edilen bilginin insanların ihtiyacını / problemlerini çözmek için nasıl kullanılacağı yüzeysel olarak belirlenmemiş.	Elde edilen bilginin insanların ihtiyacını / problemlerini çözmek için nasıl kullanılacağı belirlenmiş.	Elde edilen bilginin insanların ihtiyacını / problemlerini çözmek için nasıl kullanılacağı tüm detaylarıyla açıkça belirlenmemiş.
Olası Çözüm Önerilerinin Geliştirilmesi	İhtiyaç/ problemin giderilmesine yönelik çözüm önerisi sunulmamış.	İhtiyaç/problemin giderilmesine yönelik sunulan çözüm önerisi kriterler ve kısıtlamaların bir kısmı karşılanmış.	İhtiyaç/ problemin giderilmesine yönelik sunulan çözüm önerisi kriterler ve kısıtlamaların çoğunluğu karşılanmış.	İhtiyaç/problemin giderilmesine yönelik sunulan çözüm önerisi kriterler ve kısıtlamaların tamamı eksiksiz karşılanmış.
	Çözüm önerisine yönelik taslak çizilmemiş.	Taslak çizim çözüm önerisini yüzeysel olarak yansıtmış.	Taslak çizim çözüm önerisini yansıtmış.	Taslak çizim çözüm önerisini tüm detaylarıyla yansıtmış.
En İyi Çözüm Önerisinin Seçilmesi	Çözüm önerilerinin olumlu ve olumsuz yönleri tanımlanmamış.	Çözüm önerilerinin olumlu ve olumsuz yönlerini yüzeysel olarak tanımlanmış.	Çözüm önerilerinin olumlu ve olumsuz yönlerini çoğunlukla tanımlanmış.	Çözüm önerilerinin olumlu ve olumsuz yönleri tam ve eksiksiz olarak tanımlanmış.
	Seçilen çözümün kriterleri ve kısıtlamaları karşılayıp karşılamadığı açıklanmamış.	Seçilen çözüm için gerekçelerin bir kısmı açıklanmış.	Seçilen çözüm için gerekçelerin çoğunluğu açıklanmış.	Seçilen çözüm için gerekçelerin tamamı açıklanmış.
Prototip Oluşturulması	Çözüm önerisine yönelik bir model / prototip oluşturulmamış.	Çözüm önerisine yönelik kısmen uygun bir model / prototip oluşturulmuş.	Çözüm önerisine yönelik uygun bir model / prototip oluşturulmuş.	Çözüm önerisine yönelik tamamen uygun bir model/prototip oluşturulmuş.
	Model/ prototip için kriter ve kısıtlamaları karşılayan malzeme kullanılmamış.	Model/ prototip için kriter ve kısıtlamaları kısmen karşılayan malzeme kullanılmış.	Model/ prototip için kriter ve kısıtlamaların çoğunluğunu karşılayan malzeme kullanılmış.	Model/ prototip için kriter ve kısıtlamaların tamamını karşılayan malzeme kullanılmış.
Çözümün Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi	Model/ prototipin ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği test edilmemiş.	Model/ prototipin ihtiyacı / problemi nasıl çözeceği test edilmiş. Test sonuçları analiz edilmemiş.	Model/ prototipin ihtiyacı / problemi nasıl çözeceği test edilmiş. Test sonuçları kısmen analiz edilmiş.	Model/prototipin ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği test edilmiş. Test sonuçlarının tamamı analiz edilmiş.
	Test sonuçlarına ilişkin verilerin bilimsel bir dil kullanılarak açıklanmamış.	Test sonuçlarına ilişkin verilerin bir kısmı bilimsel bir dil kullanılarak açıklanmış.	Test sonuçlarına ilişkin verilerin çoğunluğu bilimsel bir dil kullanılarak açıklanmış.	Test sonuçlarına ilişkin verilerin tamamı bilimsel bir dil kullanılarak detaylarıyla açıklanmış.
Çözümün Paylaşılması	Tasarımların ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği açıklanmamış.	Tasarımların ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği kısmen açıklanmış.	Tasarımların ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği açıklanmış.	Tasarımların ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği tam ve eksiksiz açıklanmış.
	Sürtünme kuvvetine ilişkin bilimsel bilgiden ne şekilde yararlandığı belirtilmemiş.	Sürtünme kuvvetine ilişkin bilimsel bilgiden ne şekilde yararlandığı kısmen belirtilmiş.	Sürtünme kuvvetine ilişkin bilimsel bilgiden ne şekilde yararlandığı belirtilmiş.	Sürtünme kuvvetine ilişkin bilimsel bilgiden ne şekilde yararlandığı tam ve detaylarıyla belirtilmemiş.
Yeniden Tasarım	Tasarım için gerekli iyileştirmeler tanımlanmamış.	Tasarım için gerekli iyileştirmeler kısmen tanımlanmış.	Tasarım için gerekli iyileştirmeler tanımlanmış.	Tasarım için gerekli iyileştirmeler detaylarıyla tanımlanmış.
	Çözümlerin test edilmesi ve paylaşılması sonucunda elde edilen veriler ve geri bildirimler doğrultusunda tasarımlar iyileştirilmemiş.	Çözümlerin test edilmesi ve paylaşılması sonucunda elde edilen veriler ve geri bildirimler doğrultusunda tasarımlar kısmen iyileştirilmiş.	Çözümlerin test edilmesi ve paylaşılması sonucunda elde edilen veriler ve geri bildirimler doğrultusunda tasarımlar iyileştirilmiş.	Çözümlerin test edilmesi ve paylaşılması sonucunda elde edilen veriler ve geri bildirimler doğrultusunda tasarımlar en iyi şekilde iyileştirilmiş.
Toplam puan	...../48			

Üniteyi Değerlendiriniz

Aşağıdaki soruları boşluklara cevaplayınız. Açıklamak için çizim ekleyebilirsiniz. Bunun için kâğıdın arka yüzünü veya ayrı bir kâğıt kullanabilirsiniz.

1. Modelinizi/prototipinizi tasarlarken ne tür zorluklarla karşılaştınız?

2. Bu zorlukların üstesinden nasıl geldiniz?

3. Çalışmada neler öğrendiniz?

4. Prototipinizi iyileştirmek için neler yaptınız?

5. Bu çalışmada neleri sevdiniz?

6. Bu çalışmada neleri sevmediniz?

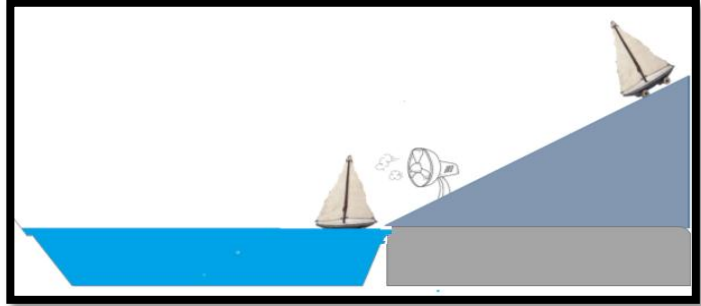
7. Bir takım olarak nasıl çalıştığınızı açıklayınız?

8. Bu çalışmada neleri değiştirmek isterdiniz?

Ek 5. Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme Modülü

Yelkenli Triatlonu Yarışması

Tasarım Görevi



Bu okulumuzda ilk kez “Yelkenli Triatlonu” yarışması düzenlenecektir. Triatlon üç farklı yarıştan oluşan bir spor dalıdır. “Yelkenli Triatlonu” yarışmasında üç farklı sürtünme kuvvetini (yüzey, su ve hava) en iyi şekilde yönetebilen takım yarışmayı kazanacaktır.

Sizler takımınızla birlikte bir mühendis (gemi, makine mühendisliği vb.) olarak bu yarışmaya katılacaksınız. Bu yarışma için tekerlekli yelkenliler tasarlayacaksınız. Yarışmanın birinci bölümünde 2 metre uzunluğundaki bir rampadan aşağıya bırakılan yelkenliniz tekerlekleri sayesinde suya inecek. Bu andan itibaren sabit duran bir fanın rüzgarından faydalanarak tek parça halinde en uzağa giden yelkenli yarışmayı kazanacaktır.

Yarışma Şartnamesi

- 1- Tasarımınız için strafor parçaları, ip, ahşap veya plastik çubuklar, bez parçaları, plastik poşet kullanabilirsiniz.
- 2- Bu tasarım için bütçeniz 20 liradır.
- 3- Tasarımınızı iki ders saati içerisinde tamamlayacaksınız.
- 4- Yelkenlinizin boyutları en fazla 30x20x20 olmalıdır.
- 5- Tasarladığınız yelkenliye ilişkin 10 dakikalık bir sunum süresi verilecektir.

Yukarıdaki şekilde yelkenlinin takip edeceği platform çizilmiştir.



Çalışma Kâğıdı-1 Tasarımın Görevinin Tanımlanması

Tasarım görevini dikkatlice okuduktan sonra aşağıdaki tabloyu doldurunuz

1. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
tanımlanması

TASARIM GÖREVİNİN TANIMLANMASI	
OKUDUĞUNUZ SENARYODAN NELER ÖĞRENDİNİZ?	
Metinden neler anladınız?	Metinde hangi cümleden bu sonuca vardınız?
Tasarım göreviniz nedir?	
Tasarım göreviniz için kriterler nelerdir?	
Tasarım göreviniz için sınırlamalar nelerdir? (Tasarımınızı tamamlamak için ne kadar süreniz var? Hangi materyalleri kullanmak için izin verildi?)	
Ürününüzün son kullanıcıları kimlerdir?	

NELER BİLİYORUM? (Tasarım görevinizi gerçekleştirmek için bildikleriniz nelerdir?)	NELER ÖĞRENMEK İSTİYORUM? (Neleri bilmem gerekiyor?)	NELER ÖĞRENDİM? (Tasarım görevini tamamladıktan sonra cevaplayınız)

Etkinlik-1

En uzağa hangi zeminde gider?

2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması

Bir şey hareket ediyorsa, sürtünme buna karşı çıkar. Sürtünme iki şey birbirine sürtündüğünde ortaya çıkan bir kuvvettir.

Sürtünmenin bir oyuncak arabanın kat ettiği mesafeyi nasıl etkilediği hakkında bir araştırma yapacaksınız. Araştırmanız sırasında bir rampadan aşağıya ve farklı yüzeylere bir oyuncak araba bırakacaksınız. Oyuncak arabanızın farklı yüzeyler boyunca ne kadar uzağa gittiğini ölçeceksiniz.

Araç- gereçler: Oyuncak araba, rampa, kitaplar, beton, ahşap, kumaş vb. yüzey

Araştırma Sorusu: Sürtünme oyuncak arabanın gideceği mesafeyi nasıl etkiler?

Hipoteziniz: Bence araba en uzağa yüzeyde gider.

Çünkü:.....
.....

Yapacağınız araştırma için aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Sabit tutulan değişkenler (yapacağınız her bir deneme için deney süresince neler sabit kalacak)	Bağımsız değişken (yapacağınız her bir deneme için neleri değiştireceksiniz?)	Bağımlı değişken (bağımsız değişkene bağlı olarak neyin değişmesini bekliyorsunuz? Ne ölçeceksiniz?)
1. deney		
2. deney		
3. deney		

İzlenecek Yol:

*Yandaki resimdeki gibi bir rampa oluşturunuz.

*Oyuncak arabanın rampadan indikten sonra gidebilmesi için yeterli mesafe bırakın



*Arabanızı şekildeki gibi arka tekerlekleri rampanın kenarına gelecek şekilde tutunuz.

*Oyuncak arabanızı serbest bırakın ve duruncaya kadar bekleyin.

*Aracın arka tekerleklerinden itibaren rampaya olan uzaklığını ölçün ve tabloya cm cinsinden kaydedin



*Son olarak bu işlemleri diğer yüzeyler için de uygulayın.

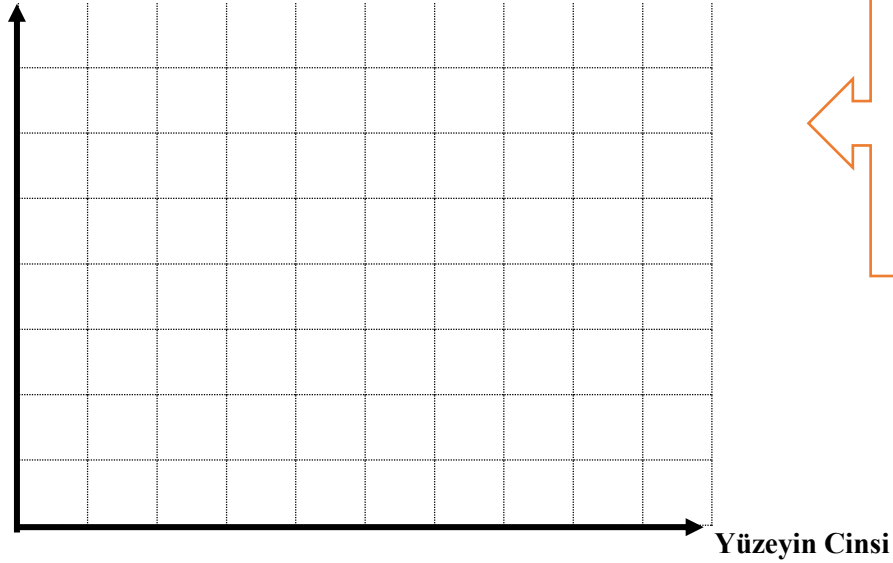
Verileri Kaydedelim: Araştırma sırasında topladığınız verileri aşağıdaki tabloya kaydedin.

Yüzeyin Cinsi	Görünüş (çok pürüzlü-pürüzlü- az pürüzlü)	Mesafe (cm) (Oyuncak arabanın kat ettiği mesafe)			
		1.Test Sonucu	2.Test Sonucu	3.Test Sonucu	Ortalama

Verileri Değerlendirelim: Hiçbir deneme yöntemi mükemmel değildir; bu nedenle, birkaç kez tekrarlayarak, yanlış olabilecek ve alınan diğer ölçümlerin düzenine uymayan herhangi bir sonucu belirleyebilirsiniz. Bu deneyde, her yüzey için yöntemi üç kez tekrar ettiniz, ancak topladığınız verilerden bir sütun grafiği çizerken, her yüzey için ölçümlerden yalnızca birini kullanacaksınız. En doğru ölçümün, her yüzey için aldığınız üç ölçümün ortasında bulunan değer olduğunu varsanız.

Sonuç tablosundan her bir yüzeyin orta değerini kullanarak bir sütun grafiği çiziniz.

Aracın aldığı mesafe(cm)



Sonuçları Açıklayalım:

Araştırmadan elde edilen kanıtları ve bilim bilginizi kullanarak sonuçlarınızı açıklayınız.

1. Oyuncak araba hangi yüzeyde en fazla mesafeye ulaştı?

.....

Bu yüzey ile oyuncak arabanın tekerlekleri arasındaki sürtünme kuvveti diğer yüzeylere göre daha büyük mü yoksa küçük mü?

Bu sonuca nasıl vardınız? Araştırmanızda elde ettiğiniz verileri ve sütun grafiğinizden elde ettiğiniz verileri kullanarak açıklayınız.

.....

2. Oyuncak araba hangi yüzeyde en kısa mesafe kat etti?

.....

Bu yüzey ile oyuncak arabanın tekerlekleri arasındaki sürtünme kuvveti diğer yüzeylere göre daha büyük mü yoksa küçük mü?

Bu sonuca nasıl vardınız? Araştırmanızda elde ettiğiniz verileri ve sütun grafiğinizden elde ettiğiniz verileri kullanarak açıklayınız.

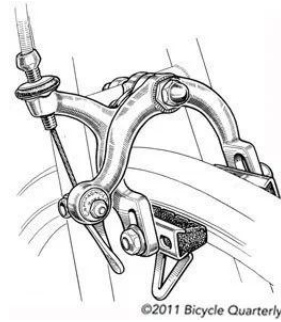
.....

Elde ettiğiniz bilimsel bilgiyi uygulayalım

Sürtünmenin nesnelere hareketini nasıl etkilediğini araştırdık. Bazen sürtünme kuvvetinin bir avantajı olabilir ve bazen dezavantajı olabilir. Bu duruma bağlıdır.



I. Kaydırdan kaymak



II. Bisikletin frenine basmak

1. Yukarıdaki durumlardan hangisinde sürtünme bir avantaj sağlar?

.....

2. Sürtünme kuvvetinin bu durumlarda olumlu ve olumsuz etkilerini açıklayınız?

.....



Sürtünme Kuvvetini Ölçelim

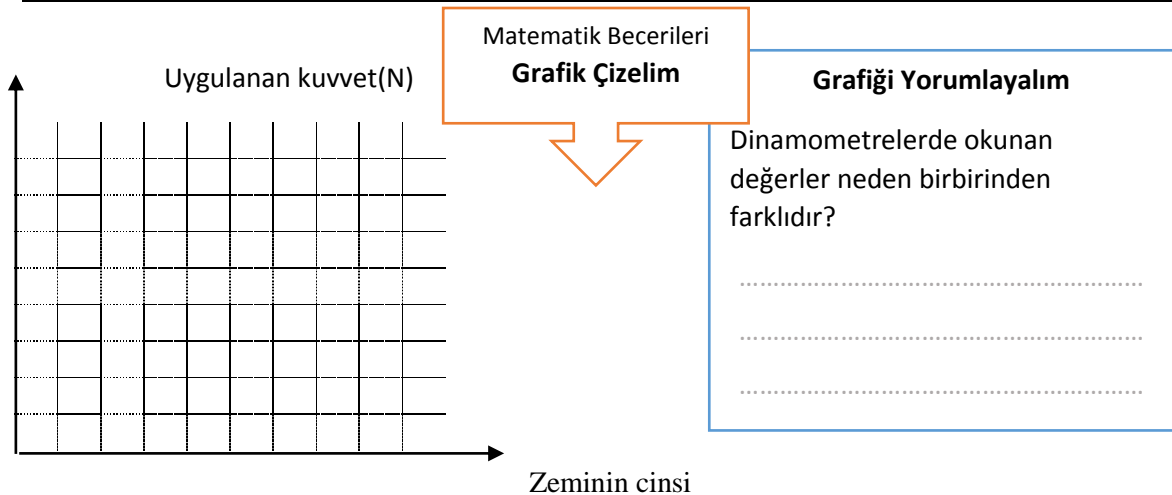
2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması

Araç- Gereçler: Cam -tahta ve ahşap yüzey, Dinamometre, 500 gramlık kütle

Araştırma Sorusu: Farklı yüzeylerde cisme etki eden sürtünme kuvvetleri birbirinden farklı mıdır?

Araştırma sorusuna cevap bulmak için bir deney tasarlayarak aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Hipoteziniz	
Sabit tutulan değişken	
Bağımsız değişken	
Bağımlı değişken	
Deney Düzeneği (Tasarladığınız deneyin düzeneğini çizerek elde ettiğiniz verileri kaydediniz)	
Cam zemin üzerinde dinamometrede okunan değer	
Tahta zemin üzerinde dinamometrede okunan değer	
Mermer zemin üzerinde dinamometrede okunan değer	
Hipoteziniz/Tahmininiz Doğru çıktı mı? Çıkmadıysa hipotezinizi düzelterek yazınız	



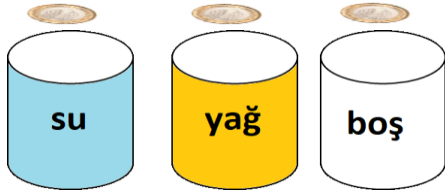
Etkinlik-3

Sıvı Direnci

2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması

Hareket eden bir cisme yüzey bir sürtünme kuvveti uygular. Benzer şekilde sıvı içerisinde hareket eden cisimlerin hareketini güçleştiren bir kuvvet uygulanır. Sıvaların uyguladığı sürtünme kuvvetine sıvı direnci diyoruz. Bu etkinlikte farklı sıvıların cisimlere uyguladığı sıvı direncinin birbirinden farklı olup olmadığını deneyerek bulacaksınız.

Araç- Gereçler: üç adet boş kap (cam kavanoz, beher veya pet şişe), su, sıvı bitkisel yağ, madeni paralar.



Takımınızdaki arkadaşlarınızla birlikte madeni paraları aynı yükseklikten aynı anda su, yağ ve boş bir kaba yatay olarak bırakınız. Gözlemlerinizi aşağıdaki tabloya yazarak soruları cevaplayınız.

Araştırma Sorusu (Sizce bu deneydeki araştırma sorusu ne olmalıdır?)				
Hipoteziniz				
Sabit tutulan değişken				
Bağımsız değişken				
Bağımlı değişken				
Verileri kaydedelim (saniye)	1. deneme	2. deneme	3. deneme	Ortalama
Suya bırakılan paranın kabın tabanına ulaşma süresi				
Yağa bırakılan paranın kabın tabanına ulaşma süresi				
Boş kaba bırakılan paranın kabın tabanına ulaşma süresi				
Paraların kap zeminine ulaşma sürelerini büyükten küçüğe sıralayınız.				
Paraların kap zeminine ulaşma süreleri neden farklı?				
Paralara hangi kuvvetler etki etmektedir? Şekil çizerek açıklayınız.				
Su dolu kap	Yağ dolu kap		Boş kap	
Paraları dikey olarak bıraksaydık yere ulaşma süreleri nasıl değişirdi? Nedenini açıklayınız?				
Hipoteziniz/Tahmininiz Doğru çıktı mı? Çıkmadıysa hipotezinizi düzelterek yazın				

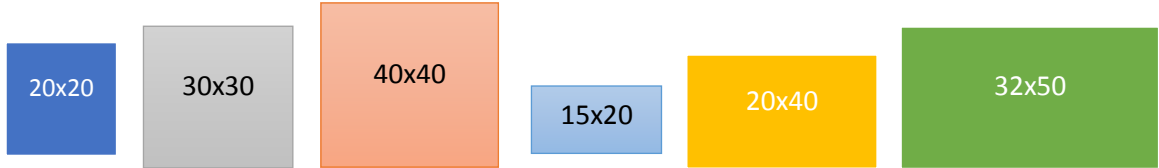
Etkinlik-4

Hava Direnci
Paraşüt Yapalım2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması

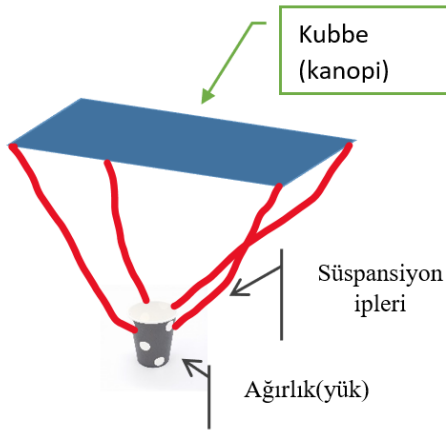
Araç-Gereçler: Her grup için farklı büyüklükte kare ve dikdörtgen şeklinde kesilmiş kağıtlar (her grup için bir tane) karton bardak, 50 gramlık 6 adet kütle 6, 50 cm uzunluğunda), ip, silikon, bant

Göreviniz size verilen araç gereci kullanarak paraşütleriniz tamamlayınız. Paraşütleriniz tamamlandınca 3. kattan bırakarak yere düşme sürelerini kaydedeceğiz.

Kağıtların Boyutlar(cm)



1. Aşama: Boyutları verilen kağıtların her bir köşesine (kubbe) ipleri silikonla tutturunuz. Diğer uçlarına kâğıt bardağa bağlayınız. Kubbe ile yük arasındaki ip uzunluğunun 40 cm olacak şekilde kalmasına dikkat ediniz.



Matematik Becerileri

Paraşütlerin alanını hesaplayalım

1. paraşüt	
2. paraşüt	
3. paraşüt	
4. paraşüt	
5. paraşüt	
6. paraşüt	

Aşağıdaki tabloyu doldurarak soruları cevaplayınız

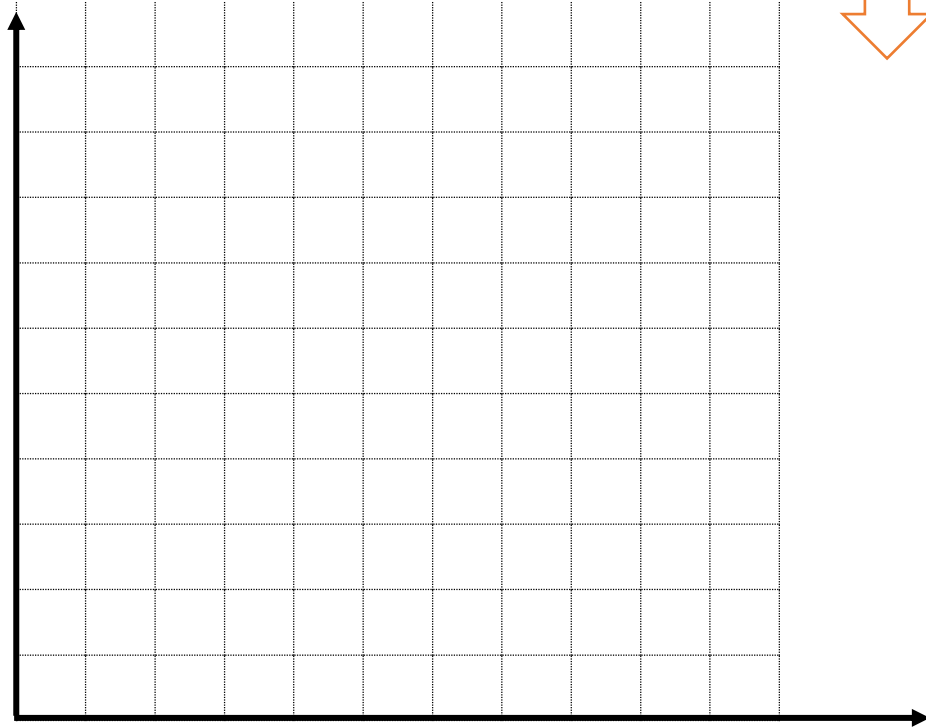
Araştırma Sorusu	
Hipoteziniz	
Sabit tutulan değişken	
Bağımsız değişken	
Bağımlı değişken	

Verileri kaydediniz

Paraşütlerin yere düşme süreleri üç deneme yapılarak kronometre ile ölçülecek (saniye)	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Ortalama
1. Paraşütün yere ulaşma süresi				
2. Paraşütün yere ulaşma süresi				
3. Paraşütün yere ulaşma süresi				
4. Paraşütün yere ulaşma süresi				
5. Paraşütün yere ulaşma süresi				
6. Paraşütün yere ulaşma süresi				
Paraşütlerin zemine ulaşma sürelerini büyükten küçüğe sıralayınız.				
Paraşütlerin zemine ulaşma süreleri birbirinden farklı mı? Farklı ise bunun nedeni ne olabilir?				
Sonuç Hipoteziniz doğru çıktı mı?				

Paraşütlerin yere ulaşma sürelerine ilişkin sütun grafiği çiziniz

Yere Düşme Süresi (s)



Paraşütler

Matematik Becerileri
Grafik Çizim

Sonuçları Açıklayalım

Araştırmadan elde edilen kanıtları ve bilim bilginizi kullanarak sonuçlarınızı açıklayınız.

1. Hangi paraşüt yere ilk olarak ulaştı?

.....

Bu paraşüte etki eden hava direnci diğer paraşütlere etki eden hava direncinden büyük mü yoksa küçük mü?

.....

Bu sonuca nasıl vardınız? Araştırmanızda elde ettiğiniz verileri ve sütun grafiğinizden elde ettiğiniz verileri kullanarak açıklayınız.

.....

.....

.....

2. Hangi paraşüt yere en geç ulaştı?

.....

Bu paraşüte etki eden hava direnci diğer paraşütlere etki eden hava direncinden büyük mü yoksa küçük mü?

.....

Bu sonuca nasıl vardınız? Araştırmanızda elde ettiğiniz verileri ve sütun grafiğinizden elde ettiğiniz verileri kullanarak açıklayınız.

.....

Elde ettiğiniz bilimsel bilgiyi uygulayalım



Şekil I



Şekil II

Mühendisler bazı durumlarda hava direncinin etkisini arttırmak bazı durumlarda ise azaltmak isterler. Aşağıdaki görsellerden hangisinde hava direnci azaltılmak, hangisinde arttırılmak istenmiş olabilir?

1. Yukarıdaki durumlardan hangisinde sürtünme bir avantaj sağlar?

.....

2. Sürtünme kuvvetinin bu durumlarda olumlu ve olumsuz etkilerini açıklayınız?

.....

Çalışma Kâğıdı-1 Karşılaştır ve Farklarını Belirt

HAVA DİRENCİ

SIVI DİRENCİ

HANGİ YÖNLERİ BENZER?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

HANGİ YÖNLERİ FARKLI

	↔	
	↔	
	↔	
	↔	

BELİRGİN FARK VE BENZERLİKLERE AİT ÖRNEKLER

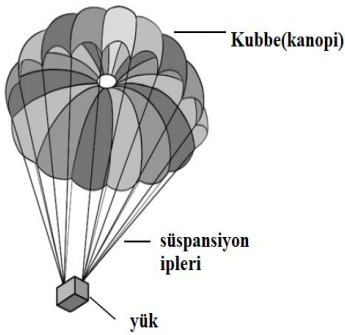
SONUÇ VE YORUMLAR

Çalışma Kâğıdı-2 Problemi Çözelim

2. Adım
İhtiyacın ya da
problemin
araştırılması

Problem: Havacılık ve uzay mühendisleri yeni keşfedilen bir gezegene uzay araştırma aracını bir paraşütle indirmek istiyorlar. Ancak bu gezegenin atmosferi dünyanın atmosferine göre daha ince ve gezegenin yerçekimi kuvvetinin Dünya'nın yerçekimi kuvvetinden daha fazla olduğu biliniyor. Buna göre bu uzay aracını indirecek olan paraşüt nasıl tasarlanmalıdır?

Olası Çözümler Bu problemi nasıl çözebilirim?



Dünya üzerinde iyi çalışan bir paraşüt

Problemi çözmek için dünya üzerinde iyi çalışan bir paraşüt üzerinde ne gibi değişiklikler yapmalısınız? Bu değişiklikleri neden yapmanız gerektiğini açıklayınız. Birden fazla çözüm önerisi yazınız.
Çözüm 1.....

Hangi çözüm önerisini seçmeliyim?

Eğer bu çözüm önerisini uygularsanız neler olabilir?	Olumlu mu? Olumsuz mu?	Önem Bu sonuç ne kadar önemli? Neden?

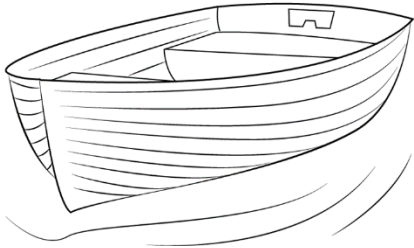
Yeni Çözüm

Problemi çözmek için çözüm önerimi nasıl daha iyi hale getirebilirim?

Çalışma Kâğıdı-3 Problemi Çözelim

2. Adım
İhtiyacın yada
problemin
araştırılması

Problem: Gemi mühendisleri tasarımını yaptıkları bir teknenin suda daha hızlı hareket edebilmesi için aşağıda görseli verilen prototip üzerinde değişiklikler yapmak istiyorlar. Buna göre tasarımlarında ne tür değişiklikler yapmalıdırlar?

Olası Çözümler Bu problemi nasıl çözebilirim?	
	<p>Şekildeki tekne daha hızlı nasıl hareket edebilir? Bu değişiklikleri neden yapmanız gerektiğini açıklayınız. Birden fazla çözüm önerisi yazınız. Çözüm 1.....</p>

Hangi çözüm önerisini seçmeliyim?

Eğer bu çözüm önerisini uygularsanız neler olabilir?	Olumlu mu? Olumsuz mu?	Önem Bu sonuç ne kadar önemli? Neden?

Yeni Çözüm
Problemi çözmek için çözüm önerimi nasıl daha iyi hale getirebilirim?



Büyük Tasarım Görevi (Bireysel Çalışma)

3. Adım
Olası
çözüm/çözümlerin
geliştirilmesi

Üniteye başlarken size verilen büyük tasarım görevinizi tekrar okuyunuz. Bu aşamaya kadar öğrendiğiniz bilimsel bilgileri büyük tasarım göreviniz için uygulayacaksınız.

TASLAK ÇİZİM

Oluşturacağınız tasarımınıza ilişkin olarak taslak çiziminizi aşağıya çizerek aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

- Hangi malzemeleri tasarımınızın hangi bölümünde kullanacaksınız?
- Taslak çiziminizi yaptığınız tasarımınız insanların hangi sorununa nasıl çözüm üretecek?

MALİYET TABLOSU								
Kullanacağınız malzeme	Birim Fiyatı	Miktar	Toplam Fiyat		Kullanacağınız malzeme	Birim Fiyatı	Miktar	Toplam Fiyat
					Toplam Maliyet:			


Etkinlik-6

Takımımızın adı:.....

EN UYGUN ÇÖZÜM ÖNERİSİ

 4. Adım
 En iyi çözümün
 seçilmesi

Tasarım görevinizi gerçekleştirmek için takım üyelerinizin tasarım görevine ilişkin çözüm önerilerini inceleyiniz. Takımınızla birlikte beyin fırtınası yaparak çözüm önerileriniz belirleyiniz. Tasarım önerilerini sıralayarak her bir önerinin olumlu ve olumsuz yönlerini belirledikten sonra karar veriniz.

İnsanlara ilişkin çözülecek problem nedir?						
.....						
ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	PROBLEMİN ÇÖZÜLMESİ	SINIRLAMALAR ve KRİTERLER KARŞILANIYOR MU?				OLUMLU/OLUMSUZ YÖNLER
Bu problem için çözüm öneriniz nedir?	Çözüm öneriniz problemi nasıl çözecek?	Çözüm önerinizin olumlu ve olumsuz yönleri nelerdir?


Etkinlik-7

4. Adım
En iyi çözümün
seçilmesi

Takımınızın Adı:.....

KARAR VERİNİZ

Hangi çözüm önerisini uygulamaya karar verdiniz?	Neden bu kararı verdiniz?
Seçtiğiniz çözüm önerisinde ne tür iyileştirmeler yapılabilir?	
Yapmayı planladığınız iyileştirme	Beklediğiniz fayda
Çözüm önerisi için son kararınız nedir? Bu karara nasıl aldınız? Açıklayınız	


Etkinlik-8

5. Adım
Prototipin
oluşturulması

Takımınızın Adı:.....

TASLAK ÇİZİM

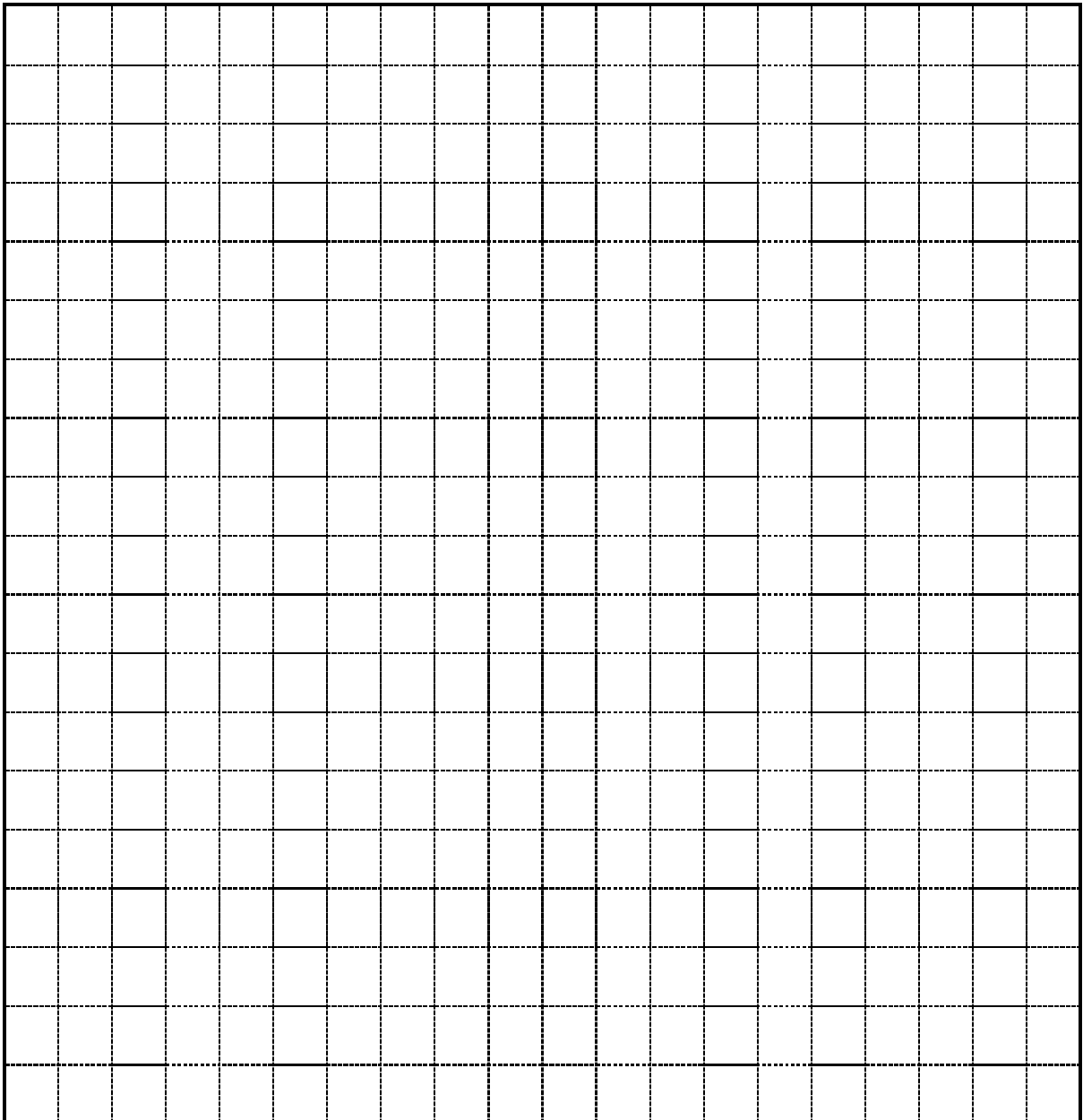
Takımınızla birlikte oluşturacağınız çantaya ilişkin olarak taslak çiziminizi aşağıya çizerek aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

-Taslak çiziminizi yaptığınız şeker çantası prototipi insanlara ilişkin hangi sorunu /sorunları çözecek?

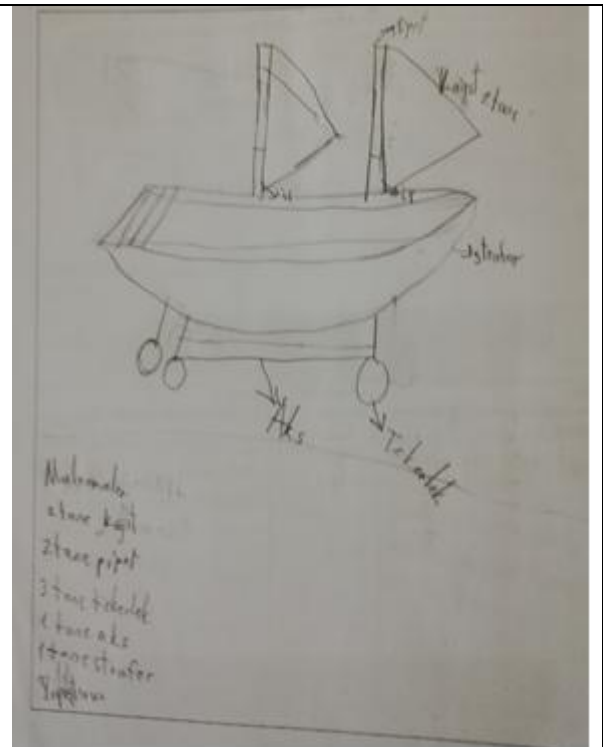
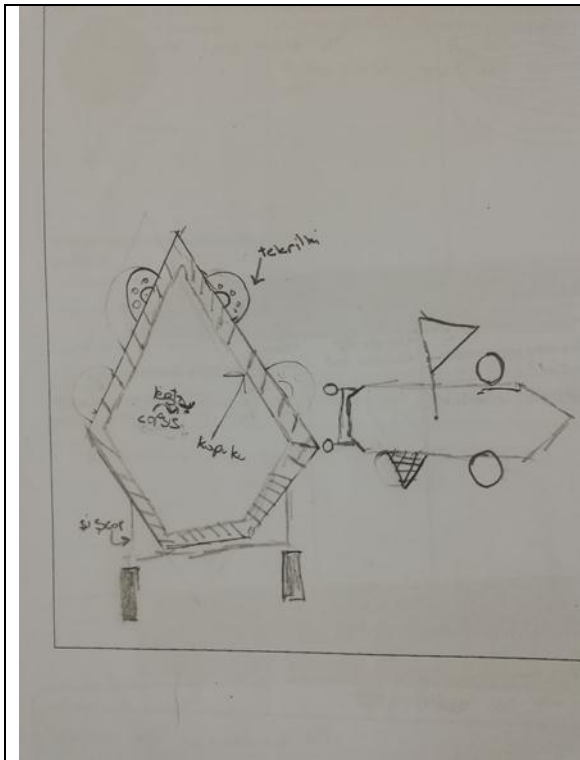
.....

-Tasarladığınız yelkenlinin hangi bölümünde ne tür malzemeler kullanacaksınız?

.....

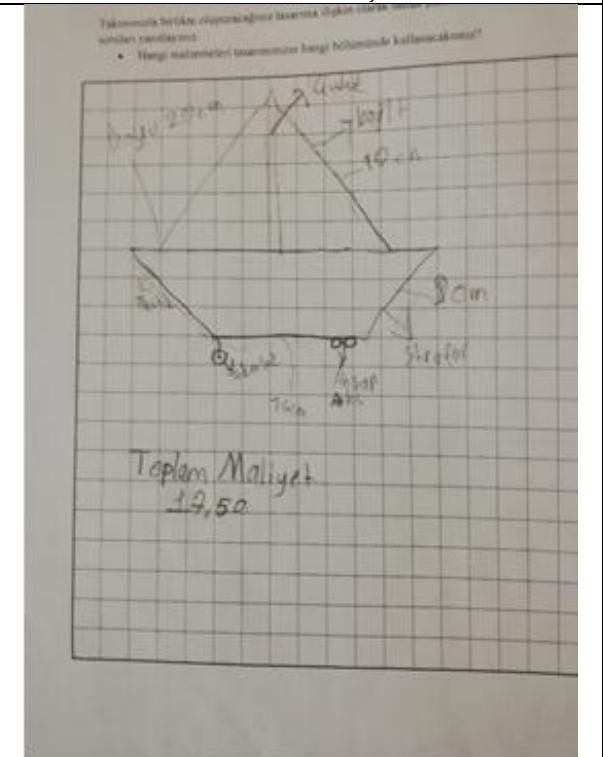
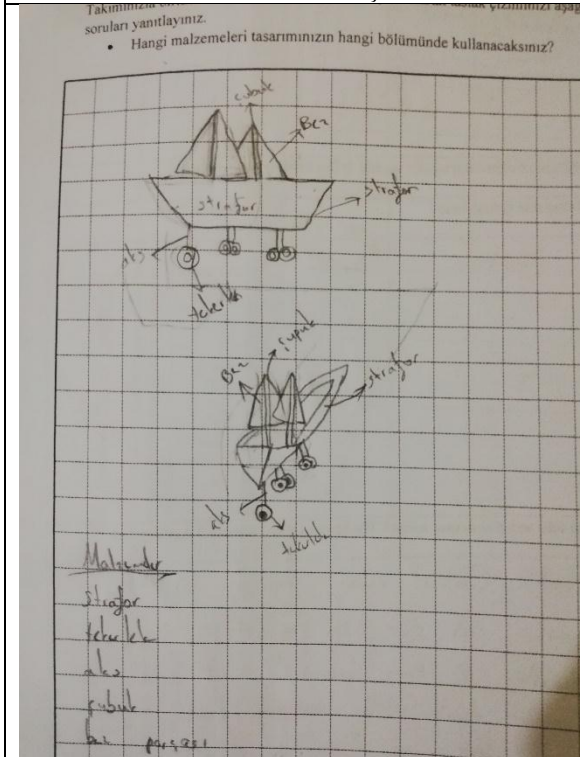


Büyük Tasarım Görevine Ait Taslak Çizimler



Takım 1
Yelkenli Taslak Çizim







Takım 2
Yelkenli Taslak Çizim



Takım 5
Yelkenli Taslak Çizim

Takım 6
Yelkenli Taslak Çizim

Prototip Yelkenli Modelleri

Takım	Tasarıma karar verme nedenleri	Yelkenli Modelleri
Takım 1	Grubumuzla birlikte T1.Ö1'in çözüm önerisine karar verdik. Biz iki yelken kullandık. Yelkenlinin gövdesini strafordan yapmaya karar verdik. Yelkenlinin sıvı direncine karşı ne kadar hızlı olup olmadığını ölçmeye yarayabilir.	
Takım 2	Sürtünme kuvvetinin daha az olacağını düşündük. T2.Ö2'nin tasarımında yelken sayısı fazlaydı. Onu seçtik. Hava direncini arttırabileceğini düşündük. Yani rüzgarla daha hızlı gidecek. Yelkenlinin gövdesini ince yapacağız. Bu sıvı direncini azaltır.	
Takım 3	Kriter ve sınırlamaları karşıladığı için bu tasarımı yapmaya karar verdik.	
Takım 4	Ön bölümünü V şeklinde yapacağız. Böylece sıvı direncini azaltırız. Yelkeni küçük yapacağız. Böylece daha hızlı gide.	
Takım 5	Malzemeleri ne ağır ne de hafif malzemelerden seçtik. Tekerlekleri küçük seçtik. Sürtünmeyi azaltmak için.	
Takım 6	Burnu dar olduğu için sıvı direncini azaltır. Sürtünmeyi azaltmak için üç tekerlek kullanacağız. Yelkenin boyutunu büyüteceğiz.	

Çalışma Kâğıdı-4 Problemi Çözelim

6. Adım
Çözümlerin test
edilmesi

TASARIMINIZA İLİŞKİN OLARAK AŞAĞIDAKİ TABLOYU DOLDURUNUZ

TASARIMINIZDA KULLANDIĞINIZ MALZEMELERE İLİŞKİN BİLGİLER	AÇIKLAMALARINIZ/CEVAPLARINIZ	
Yelkenlinizi tasarlarken hangi malzemeleri kullandınız? Buna nasıl karar verdiniz?		
Tasarımınız ne tür bir sorunu çözdü?		
Tasarımınızı oluştururken ne tür bilgilere ihtiyacınız oldu?		
Yelkenliniz ne kadar uzağa gidebildi? (cm)		
Tasarım Kontrol Listesi	Evet	Hayır
Yelkenliniz tek parça halinde parkuru tamamlayabildi mi?		
Yelkenlinizin maliyeti 20 Liranın altında mı?		
Belirtilen sürede yelkenlinizi tamamladınız mı?		
Yelkenlinizin boyutları 30x20x15cm'nin altında mı?		
Sizce tasarımınız başarılı oldu mu? Başarılı olduğunu düşünüyorsanız nedenini açıklayınız?		

Çözümlerin Paylaşılması

Takımınızla birlikte 10 dakikalık bir sunum oluşturarak bilim insanları ve mühendislerden oluşan şirket yetkililerini tasarımınız hakkında bilgilendireceksiniz. Unutmayın sunumunuz sizin tasarımınızın seçilmesinde ya da elenmesinde çok önemlidir. Sunum sonunda şirket yetkililerinden bir değerlendirme mektubu alacaksınız.

Sunumunuzu planlarken ve sunum sırasında aşağıdaki belirtilen hususlara dikkat ediniz.

1. Büyük tasarım görevine ilişkin sorun/problem nedir?
 - e. Sorunu açık bir şekilde ifade ediniz.
 - f. Sorun ile ilgili kısıtlamalar ve kriterlerin neler olduğunu belirtiniz.
 - g. Tasarımınız bu kriterleri karşılıyor mu? Kısıtlamalara uyuldu mu?
 - h. Bu sorunu çözebilmek için ne tür bilimsel bilgilere ihtiyaç duyduğunuzu ve bu bilgileri tasarımınızda ne şekilde kullandığınızı belirtiniz.
13. Tasarımınızda kullanmak için hangi canlıdan ilham aldınız? Canlıya ait bilgi veriniz. Bu canlının hangi yapı ve işlevinden faydalandınız?
14. Olası çözüm önerileriniz içerisinde hangisini seçtiniz? Neden bu çözüm önerisini seçtiniz?
15. Tasarımınız insanların ne tür problemini çözüyor? Tasarımınız bu problemi nasıl çözecek? Kanıt olarak kullanabileceğiniz ne tür verileriniz var?
16. Kanıtlarınızı matematiksel hesaplamalar yoluyla gösterebilir misiniz?
17. Çözümlerinizi nasıl test ettiniz? Test ederken ne tür veriler elde ettiniz? Bu verileri kullanarak çözüm önerinizi nasıl geliştirdiniz?

Yeniden Tasarım

Şirket yetkilileri tarafından size ulaştırılan mektup doğrultusunda tasarımınızla ilgili varsa eksikliklerinizi belirleyiniz. Tasarımlarınızı nasıl daha iyi hale getirebileceğinizi tartışınız. Yaptığımız iyileştirmelerle ilgili bir rapor hazırlayınız.

Tasarımdaki eksiklikler**Eksikliklerin giderilmesine yönelik olarak yapılan iyileştirmeler**

Yelkenli Triatlonu Tasarım Görevi Değerlendirme Rubriği

Mühendislik Tasarım Süreci	0	1	2	3
Problemin ya da İhtiyacın Tanımlanması	İhtiyaç/problem tanımlanmamış.	İhtiyaç/problem yüzeysel olarak tanımlanmış.	İhtiyaç/problem tanımlanmış.	İhtiyaç/problem tüm detaylarıyla açıkça tanımlanmış.
	Kriterler ve kısıtlamalar tanımlanmamış.	Kriter ve kısıtlamaların bir kısmı tanımlanmış.	Kriter ve kısıtlamaların çoğunluğunu tanımlanmış.	Kriterler ve kısıtlamaların tamamı tanımlanmış.
Problemin ya da İhtiyacın Araştırılması	İhtiyaç/problemin çözümüne yönelik gereksinim duyulan bilgi belirlenmemiş.	İhtiyaç/problemin çözümüne yönelik gereksinim duyulan bilginin bir kısmı belirlenmiş.	İhtiyaç/problemin çözümüne yönelik gereksinim duyulan bilginin çoğunluğu belirlenmiş.	İhtiyaç/problemin çözümüne yönelik gereksinim duyulan bilginin tamamı belirlenmiş.
	Elde edilen bilginin insanların ihtiyacını/problemlerini çözmek için nasıl kullanılacağı belirlenmemiş.	Elde edilen bilginin insanların ihtiyacını / problemlerini çözmek için nasıl kullanılacağı yüzeysel olarak belirlenmemiş.	Elde edilen bilginin insanların ihtiyacını/problemlerini çözmek için nasıl kullanılacağı belirlenmiş.	Elde edilen bilginin insanların ihtiyacını/problemlerini çözmek için nasıl kullanılacağı tüm detaylarıyla açıkça belirlenmemiş.
Olası Çözüm Önerilerinin Geliştirilmesi	İhtiyaç/ problemin giderilmesine yönelik çözüm önerisi sunulmamış.	İhtiyaç/problemin giderilmesine yönelik sunulan çözüm önerisi kriterler ve kısıtlamaların bir kısmı karşılanmıştır.	İhtiyaç/ problemin giderilmesine yönelik sunulan çözüm önerisi kriterler ve kısıtlamaların çoğunluğu karşılanmıştır.	İhtiyaç/problemin giderilmesine yönelik sunulan çözüm önerisi kriterler ve kısıtlamaların tamamı eksiksiz karşılanmıştır.
	Çözüm önerisine yönelik taslak çizilmemiş.	Taslak çizim çözüm önerisini yüzeysel olarak yansıtmış.	Taslak çizim çözüm önerisini yansıtmış.	Taslak çizim çözüm önerisini tüm detaylarıyla yansıtmış.
En İyi Çözüm Önerisinin Seçilmesi	Çözüm önerilerinin olumlu ve olumsuz yönleri tanımlanmamış.	Çözüm önerilerinin olumlu ve olumsuz yönlerini yüzeysel olarak tanımlanmış.	Çözüm önerilerinin olumlu ve olumsuz yönlerini çoğunlukla tanımlanmış.	Çözüm önerilerinin olumlu ve olumsuz yönleri tam ve eksiksiz olarak tanımlanmış.
	Seçilen çözümün kriterleri ve kısıtlamaları karşılayıp karşılamadığı açıklanmamış.	Seçilen çözüm için gerekçelerin bir kısmı açıklanmış.	Seçilen çözüm için gerekçelerin çoğunluğu açıklanmış.	Seçilen çözüm için gerekçelerin tamamı açıklanmış.
Prototip Oluşturulması	Çözüm önerisine yönelik bir model / prototip oluşturulmamış.	Çözüm önerisine yönelik kısmen uygun bir model / prototip oluşturulmuş.	Çözüm önerisine yönelik uygun bir model / prototip oluşturulmuş.	Çözüm önerisine yönelik tamamen uygun bir model/prototip oluşturulmuş.
	Model/ prototip için kriter ve kısıtlamaları karşılayan malzeme kullanılmamış.	Model/ prototip için kriter ve kısıtlamaları kısmen karşılayan malzeme kullanılmış.	Model/ prototip için kriter ve kısıtlamaların çoğunluğunu karşılayan malzeme kullanılmış.	Model/ prototip için kriter ve kısıtlamaların tamamını karşılayan malzeme kullanılmış.
Çözümün Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi	Model/ prototipin ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği test edilmemiş.	Model/ prototipin ihtiyacı / problemi nasıl çözeceği test edilmiş. Test sonuçları analiz edilmemiş.	Model/ prototipin ihtiyacı / problemi nasıl çözeceği test edilmiş. Test sonuçları kısmen analiz edilmiş.	Model/prototipin ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği test edilmiş. Test sonuçlarının tamamı analiz edilmiş.
	Test sonuçlarına ilişkin veriler bilimsel bir dil kullanılarak açıklanmamış.	Test sonuçlarına ilişkin verilerin bir kısmı bilimsel bir dil kullanılarak açıklanmış.	Test sonuçlarına ilişkin verilerin çoğunluğu bilimsel bir dil kullanılarak açıklanmış.	Test sonuçlarına ilişkin verilerin tamamı bilimsel bir dil kullanılarak detaylarıyla açıklanmış.
Çözümün Paylaşılması	Tasarımların ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği açıklanmamış.	Tasarımların ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği kısmen açıklanmış.	Tasarımların ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği açıklanmış.	Tasarımların ihtiyacı/ problemi nasıl çözeceği tam ve eksiksiz açıklanmış.
	Sürtünme kuvvetine ilişkin bilimsel bilgiden ne şekilde yararlandığı belirtilmemiş.	Sürtünme kuvvetine ilişkin bilimsel bilgiden ne şekilde yararlandığı kısmen belirtilmiş.	Sürtünme kuvvetine ilişkin bilimsel bilgiden ne şekilde yararlandığı belirtilmiş.	Sürtünme kuvvetine ilişkin bilimsel bilgiden ne şekilde yararlandığı tam ve detaylarıyla belirtilmemiş.
Yeniden Tasarım	Tasarım için gerekli iyileştirmeler tanımlanmamış.	Tasarım için gerekli iyileştirmeler kısmen tanımlanmış.	Tasarım için gerekli iyileştirmeler tanımlanmış.	Tasarım için gerekli iyileştirmeler detaylarıyla tanımlanmış.
	Çözümlerin test edilmesi ve paylaşılması sonucunda elde edilen veriler ve geri bildirimler doğrultusunda tasarımlar iyileştirilmemiş.	Çözümlerin test edilmesi ve paylaşılması sonucunda elde edilen veriler ve geri bildirimler doğrultusunda tasarımlar kısmen iyileştirilmiş.	Çözümlerin test edilmesi ve paylaşılması sonucunda elde edilen veriler ve geri bildirimler doğrultusunda tasarımlar iyileştirilmiş.	Çözümlerin test edilmesi ve paylaşılması sonucunda elde edilen veriler ve geri bildirimler doğrultusunda tasarımlar en iyi şekilde iyileştirilmiş.
Toplam puan	...../48			

Üniteyi Değerlendiriniz

Aşağıdaki soruları boşluklara cevaplayınız. Açıklamak için çizim ekleyebilirsiniz. Bunun için kâğıdın arka yüzünü veya ayrı bir kâğıt kullanabilirsiniz.

1. Modelinizi/prototipinizi tasarlarken ne tür zorluklarla karşılaştınız?

.....

.....

2. Bu zorlukların üstesinden nasıl geldiniz?

.....

.....

3. Çalışmada neler öğrendiniz?

.....

.....

4. Prototipinizi iyileştirmek için neler yaptınız?

.....

.....

5. Bu çalışmada neleri sevdiniz?

.....

.....

6. Bu çalışmada neleri sevmediniz?

.....

.....

7. Bir takım olarak nasıl çalıştığınızı açıklayınız?

.....

.....

8. Bu çalışmada neleri değiştirmek isterdiniz?

.....

Ek 6. Canlılar Dünyası Eleştirel Düşünme Becerileri Başarı Testi

SORU 1.

Öğrenciler, bir grup canlıyı özelliklerini dikkate alarak A, B ve C olmak üzere aşağıdaki gibi üç grupta sınıflandırmışlardır.

A Grubu	B Grubu
Omurgaya sahip olma Derilerinde tüylere sahip olma Sabit vücut sıcaklığına sahip olma Yavrularını yumurtlayarak çoğalma	Omurgaya sahip olma Derilerinde kıllara sahip olma Sabit vücut sıcaklığına sahip olma Yavrularını doğurarak çoğalma
C Grubu Omurgaya sahip olma Deri yüzeylerinde pul veya sert kabuğa sahip olma Dış ortama göre değişen vücut sıcaklığına sahip olma Yavrularını yumurtlayarak çoğalma	

Bu bilgilere göre, aşağıdaki özelliklerden hangisi öğrencilerin A, B ve C canlılarını farklı gruplarda sınıflandırmalarının **bir nedeni olabilir?**

- A. Derilerinin özellikleri
- B. Vücut sıcaklıkları
- C. Omurgaya sahip olmaları
- D. Çoğalma şekilleri

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

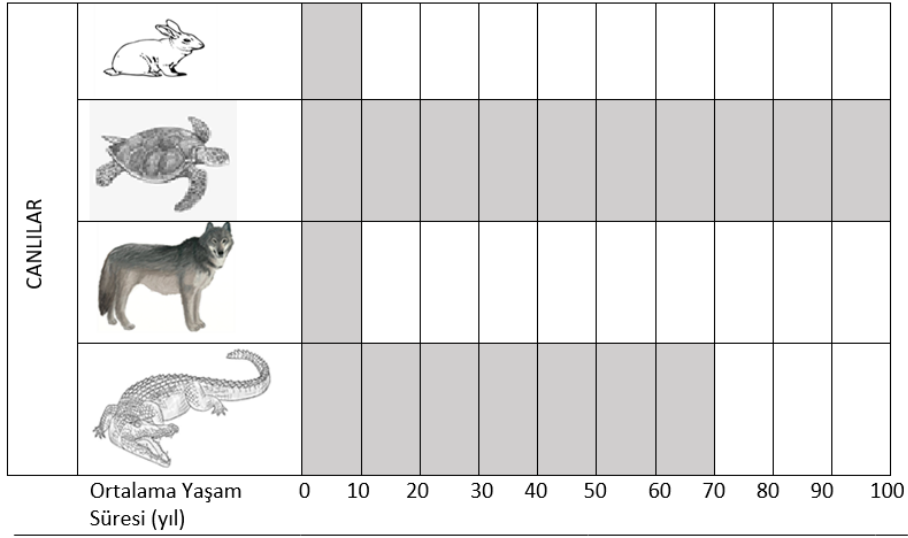
.....

.....

.....

.....

SORU 2. Aşağıdaki grafik çeşitli canlılara ait yaşam sürelerini göstermektedir.



Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi **söylenebilir**?

- A. Otlarla beslenen canlıların ortalama yaşam süreleri etle beslenenlerden daha uzundur.
- B. En uzun ve en kısa yaşam süresine sahip olan canlılar otla beslenir.
- C. Memeli canlıların ortalama yaşam süresi beslenmeye bağlı olarak değişir.
- D. Sürüngenlerin ortalama yaşam süresi memelilerden daha uzundur.

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

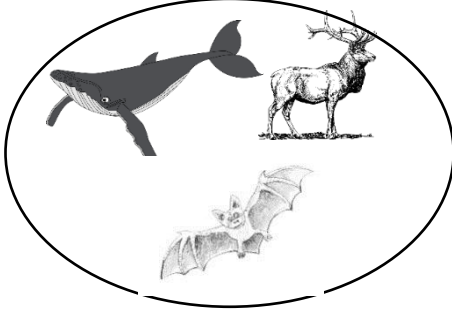
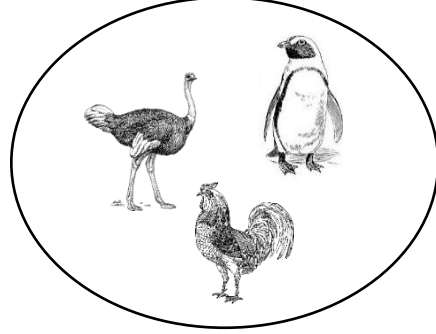
.....

.....

.....

SORU 3.

Aşağıda resimleri verilen canlıları öğrenciler A ve B olmak üzere iki grupta sınıflandırmışlardır.

A Grubu**B Grubu**

Buna göre, öğrenciler A ve B gruplarına hangi isimleri **verebilir?**

A Grubu

- A. Uçamayan canlılar
- B. Suda yaşayan canlılar
- C. Otlarla beslenen canlılar
- D. Doğurarak çoğalan canlılar

B Grubu

- Uçabilen canlılar
- Karada yaşayan canlılar
- Etle beslenen canlılar
- Yumurta ile çoğalan canlılar

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

SORU 4.

Aşağıdaki tabloda bir doğa gözlemcisinin gözlem notları verilmiştir.

Canlı	Gözlem Notları
Sincap 	Ağaçlarda yaşayan sincap, alt ve üst çenelerinde uzun bir çift kesici dişlere sahiptir. Meşe palamudu, ceviz, badem ve fındık gibi tohumlarla beslenen sincabın yuvasındaki yavrularına da besin getirdiği gözlenmiştir
Tilki 	Ormanda hatta şehre yakın yerlerde yaşayabilen tilki, sese karşı çok hassas büyük kulaklara sahiptir. Güvercin, fare ve tavşan gibi canlıları avlayarak beslenen tilkinin yuvasındaki yavrularına da besin getirdiği gözlenmiştir.
Baykuş 	Ağaç kovuklarında hatta harabelerde yaşayabilen baykuş geceleri avlanır. Kıvrık bir gagaya, keskin pençelere, döner parmaklara ve kancalı tırnaklara sahiptir. Fare, kurbağa, böcek ve küçük kuşları avlayarak beslenen baykuşun yuvasındaki yavrularına da besin getirdiği gözlenmiştir.

Buna göre canlılarla ilgili aşağıdakilerden hangisi **söylenbilir**?

- A. Canlılar beslenmek için diğer canlıları avlamak zorundadır.
- B. Canlılar sahip oldukları yapıları beslenmek için farklı şekillerde kullanırlar.
- C. Sadece kuşlar ağaçlarda yaşar.
- D. Sadece doğurarak çoğalan canlılarda yavru bakımı vardır.

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

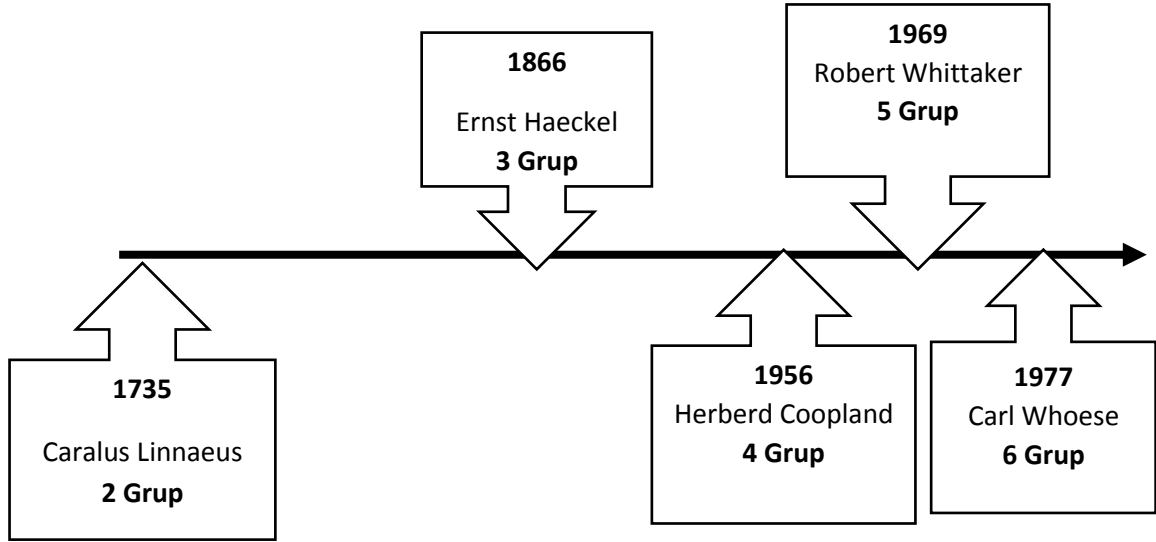
.....

.....

.....

SORU 5.

Aşağıdaki zaman çizelgesi 1735 yılından günümüze kadar bilim insanları tarafından yapılan sınıflandırmada canlıların kaç ana gruba ayrıldığını göstermektedir.



Buna göre, canlıların sınıflandırılmasının zaman içerisindeki değişimini aşağıdakilerden **hangisi açıklar?**

- A. Günümüzün bilim insanları geçmişe ait bilimsel bilgiyi kullanmıyordu.
- B. Yeni yapılan araştırmaların bulguları doğrultusunda bilimsel bilgi değişebilir.
- C. Son yıllarda yapılan çalışmalar yeni canlı türlerinin oluşmasına neden olmuştur.
- D. Günümüzün bilim insanları daha fazla çalışıyordu.

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

SORU 6.

Aşağıdaki metni okuduktan sonra soruyu yanıtlayınız.

Bilim insanları dünyamızda yaklaşık 1,8 milyon canlı çeşidinin keşfedildiğini, ancak 10 ile 30 milyon kadar henüz keşfedilmemiş canlı türünün daha olduğunu tahmin etmektedirler. Her yıl yeni canlı türleri keşfedilmesine rağmen hala çok büyük sayıda canlı türü ulaşılamayan karanlık okyanus diplerinde ve girilemeyen amazon ormanlarında keşfedilmeyi beklemektedir. Son yıllarda keşfedilen canlı türleri içerisinde en çok böcekler ve mikroskobik canlılar, az sayıda bitki türleri yer almakta ve nadiren yeni memeliler bulunmaktadır.

Bu bilgilere göre aşağıdaki açıklamalardan **hangilerine ulaşılabilir?**

- I.** Son yıllarda keşfedilen yeni canlı türleri daha karmaşıktır.
- II.** Son yıllarda daha çok omurgasız canlı keşfedilmiştir.
- III.** Keşfedilemeyen canlılar ulaşımı zor bölgelerde yaşar.

- A.** Yalnız I **B.** Yalnız II **C.** I ve II **D.** II ve III

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

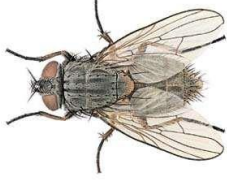
.....

.....

.....

.....

SORU 7. Aşağıdaki canlılara ait resimleri dikkatle inceleyiniz.



Karasinek



Örümcek



Bal arısı

Yukarıda resimleri verilen canlıları sınıflandıran bir öğrenci, karasinek ve bal arısını aynı gruba, örümceği ise başka bir gruba yerleştirmiştir. Öğrenci bu sınıflandırmayı yaparken aşağıdakilerden hangi özelliği **kriter olarak almış olabilir?**

- A. Kanat sayısı
- B. Göz sayısı
- C. Bacak sayısı
- D. Vücutlarındaki çizgi sayısı

İşaretlediğiniz seçeneğin neden doğru olduğuna nasıl karar verdiniz?

.....

.....

.....

.....

SORU 8.

Öğrenciler, tatlı su birikintilerinde yaşayan öglenayı mikroskopta incelediklerinde aşağıda verilen gözlem notlarını kaydetmişlerdir.

**Gözlem Notları**

- Yeşil renklidir.
- Kamçıya sahiptir.
- Hareket ediyor.
- Işıklı ortamda kendi besinini üretiyor.
- Karanlık ortamda besinini dışarıdan alıyor.

Öğretmen, öğrencilerden öglenayı sınıflandırmalarını istemiştir. Bu veriler doğrultusunda öğrenciler öglenayı aşağıdaki gruplardan **hangisinde incelemelidir?**

- A.** Bitkiler grubunda; çünkü bitkiler gibi yeşil renkli ve kendi besinini üretebiliyor.
- B.** Hayvanlar grubunda; çünkü bir kamçıya sahip ve hareket edebiliyor.
- C.** Hem bitkiler hem de hayvanlar grubunda; çünkü her iki grubun da özelliklerini taşıyor.
- D.** Bitkiler ve hayvanlardan farklı yeni bir grupta; çünkü sadece bitkiler ya da hayvanlara ait özellik taşıyor.

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

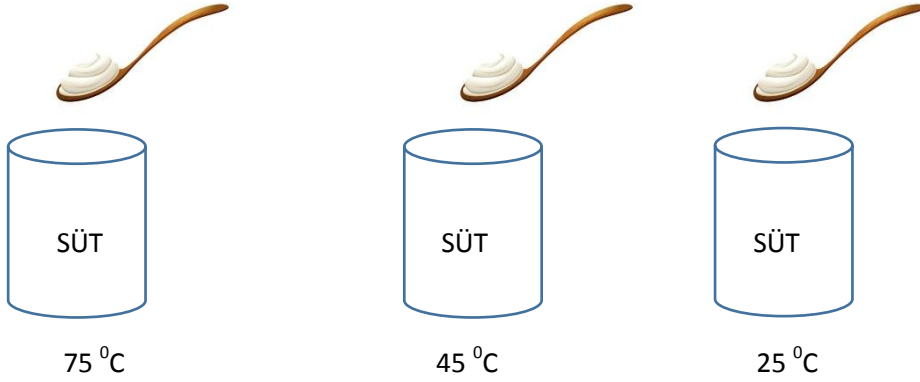
.....

.....

.....

SORU 9.

Aşağıdaki deneyde, içerisinde eşit miktarda süt bulunan özdeş kaplara aynı miktarda yoğurt ekleniyor ve ağızları kapatılıyor. Üzerlerinde belirtilen sıcaklıklar hiç değiştirilmeden 5 saat beklendikten sonra kaplar açılarak kontrol ediliyor.



Deney sonunda sadece 45 °C'de bekletilen kaptaki sütün yoğurda dönüştüğü gözleniyor. Bu deney ile aşağıdakilerden hangi soruya cevap aranıyor olabilir?

- A. Yoğurt bakterilerinin çoğalmasında sıcaklığın etkisi var mıdır?
- B. Yoğurt bakterilerinin çoğalmasında süt miktarının etkisi var mıdır?
- C. Süte eklenen yoğurt sütün yoğurda dönüşmesini sağlar mı?
- D. Sütün mayalanması için ne kadar zaman geçmelidir?

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

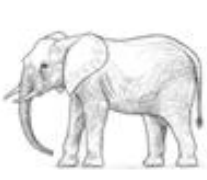
.....

.....

.....

SORU 10.

Aşağıda görselleri verilen omurgalı hayvanların benzer özelliklerini dikkate alarak gruplara ayırırsak **hangi canlı grupta yalnız kalır?**



Fil



Penguen



Timsah



Kurbağa



Geyik



Yılan



Leylek



Balina

- A. Fil
- B. Penguen
- C. Kurbağa
- D. Balina

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

SORU 11.

Hayvanat bahçesine ziyarette bulunan Melek ve Cemre fokların bulunduğu bölüme gelmişlerdir. Melek ilk kez gördüğü bu canlıyı dikkatle inceler ve Cemre'ye dönerek:

Melek: Karada nefes alabiliyor. Bence bu bir memeli olmalı.

Cemre: Kurbağalar da karada nefes alabiliyor ama memeli değil. Yüzgeçleri var ve balık gibi yüzüyor. Bence balık olmalı.

Melek: Ama pulları yok. Onun yerine kısa ve sert kıllara sahip görünüyor.

Melek ve Cemre fok balığının memeli mi yoksa balık mı olduğuna karar veremezler. Bunun üzerine hayvanat bahçesindeki görevli bir biyoloğa sormaya karar verirler. Biyolog onlara bilgi verdikten sonra Melek ve Cemre fokun bir memeli olduğuna ikna olurlar.

Buna göre, görevli Melek ve Cemre'ye **ne söylemiş olabilir?**

- A. Foklar diğer balıklarla beslenirler
- B. Fokların iskeletleri vardır
- C. Foklar yavrularını sütle beslerler
- D. Fokların solungaçları yoktur

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

SORU 12.



Resimdeki çiçeğin içerisinde nektar adı verilen tatlı bir sıvı bulunmaktadır.

Aşağıda resimleri verilen kuşlardan hangisi **nektar ile beslenebilir?**



A. Şahin



B. Sinek Kuşu



C. Flamingo



D. Kanarya

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

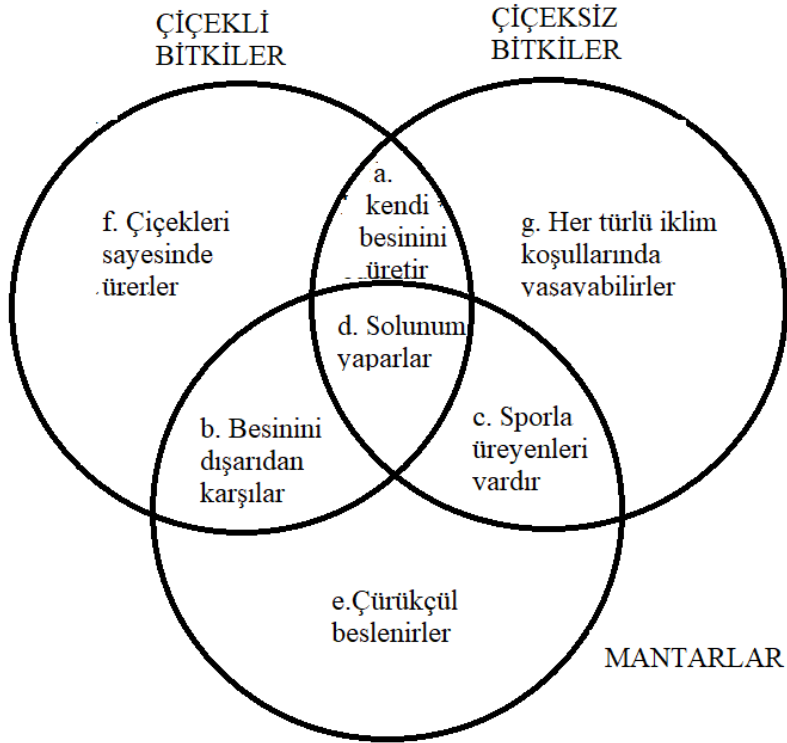
.....

.....

.....

.....

SORU 13. Melda çiçekli bitki- çiçeksiz bitki ve mantarlara ilişkin bazı özellikleri aşağıdaki gibi bir venn diyagramı ile göstermiştir.



Buna göre Melda venn diyagramında hangi özellikleri **yanlış göstermiştir?**

- A. b ve c
- B. d ve g
- C. b ve g
- D. a, e ve f

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

SORU 14.

Şapkalı mantarlar bir zamanlar dünyadaki en ilkel bitkiler olarak kabul ediliyordu. Bu organizmalar çiçek veya tohum üretmezler, ayrıca kökleri, gövdeleri veya yaprakları yoktur. Şapkalı mantarlar besinlerini ayrıştırarak çürükçül beslenir. Mevcut bilgilere dayanarak, biyologlar artık onları bitki olarak görmüyorlar.

Aşağıdakilerden hangisi şapkalı mantarların bitki olarak **görülmemesinin nedenidir?**

- A. Bu canlıların gelişmiş kökleri yoktur.
- B. Bu canlılar çiçek ya da tohum üretmezler.
- C. Bu canlıların gelişmiş iletim boruları yoktur.
- D. Bu canlılar kendi besinlerini üretmezler.

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

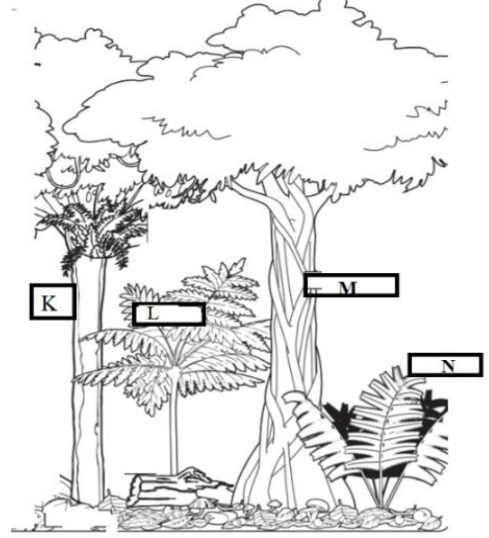
.....

.....

.....

SORU 15.

Yağmur ormanları yıl boyunca yağış alan nemli ve sıcak bir iklime sahiptir. Yandaki görselde yağmur ormanlarında bulunan bitkilerin bazıları **K-L-M** ve **N** harfleri ile gösterilmiştir.



Buna göre yağmur ormanlarındaki bitkilere ilişkin olarak aşağıdakilerden **hangisine ulaşılabilir?**

- A. K bitkisinin gövdesinin uzun olması güneş ışığından yararlanmasını sağlar.
- B. L bitkisi gelişmiş çiçekli bir bitkidir.
- C. M bitkisinin gövdesinin kalın olması köklerinin az geliştiğini gösterir.
- D. N bitkisinin yapraklarının geniş olması bitkinin su kaybını azaltır.

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

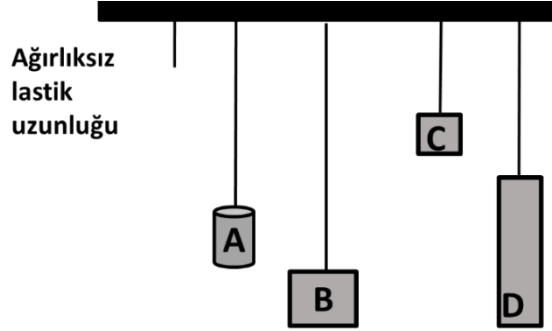
.....

.....

.....

Ek 7. Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme Ünitesi Eleştirel Düşünme Becerileri Başarı Testi

SORU-1.



Şekilde çeşitli cisimler esnek bir lastiğe asılarak uzama miktarları

Buna göre, kütlelere etki eden yerçekimi kuvvetlerini **küçükten büyüğe doğru sıralayınız?**

- A. D-C-B-A
- B. A-B-C-D
- C. C-D-A-B
- D. B-A-D-C

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

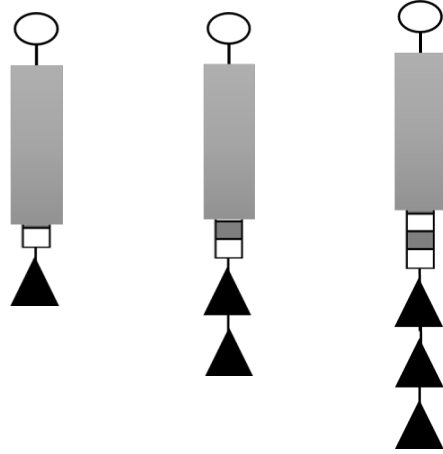
.....

.....

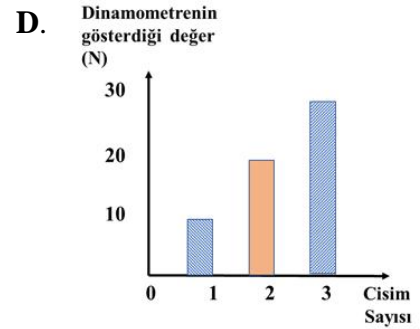
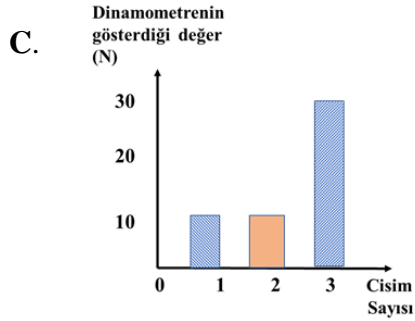
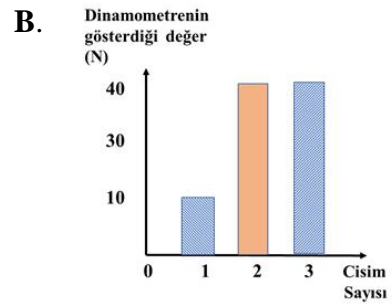
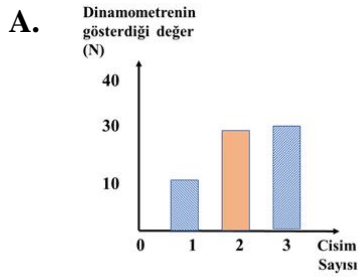
.....

.....

SORU-2. Aşağıdaki şekilde özdeş cisimler, özdeş dinamometrelere asılarak elde edilen veriler kaydedilmiştir.



Elde edilen verilere göre çizilen grafiklerden **hangisi doğru olabilir?**



İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

SORU 3.

Ahmet evde bulunan özdeş paket lastikleri ile makas, ayakkabı ve kalem kutusunun ağırlıklarını karşılaştırmak için aşağıdaki gibi bir düzenek hazırlamaya karar veriyor.



Makas, ayakkabı ve kalem kutusunu özdeş lastiklere asmadan önce lastiklerin boylarını **8 cm** olarak ölçüyor. Ardından her bir cisim asıldıktan sonra lastiklerin boylarını ölçerek aşağıdaki gibi tabloya kaydediyor.

Lastiğin başlangıçtaki boyu (cisim asılmadan)	8 cm
Lastiğe makas asılınca ölçülen boyu	12 cm
Lastiğe ayakkabı asılınca ölçülen boyu	20 cm
Lastiğe kalem kutusu asılınca ölçülen boyu	16 cm

Ahmet'in yaptığı bu deneyden elde ettiği verilere göre aşağıdakilerden **hangisi söylenebilir?** (Paket lastiğinin uzama miktarı ağırlıkların artışlarıyla orantılı olarak kabul ediniz)

- Makas asılı olan lastiğe aynı makastan bir tane daha asılırsa boyu ayakkabı asılan lastik boyu ile eşit olur.
- Kalem kutusuna makas konulursa lastiğın boyu ayakkabı asılan lastik boyu ile eşit olur.
- Kalem kutusu ile ayakkabı aynı lastiğe asılırsa lastiğın boyu makas asılan lastik boyu ile eşit olur.
- Makas asılı lastiğe aynı kalem kutusundan iki tane daha asılırsa boyu ayakkabı asılan lastik boyu ile eşit olur.

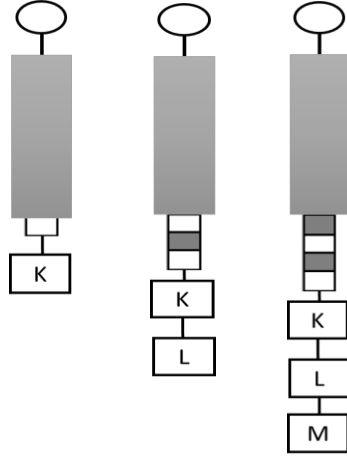
İşaretlediğiniz seçeneğın doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

SORU-4.

Şekilde eşit bölümlendirilmiş, özdeş dinamometrelere aşağıdaki K, L ve M cisimleri asılmış ve dinamometrelerdeki uzama miktarları gösterilmiştir.

Buna göre aşağıdakilerden hangisine **ulaşılabilir?**

- A. M cisminin ağırlığı K cisminin ağırlığından daha büyüktür.
- B. K cisminin ağırlığı ile L cisminin ağırlığı birbirine eşittir.
- C. K ve L cisimlerinin ağırlıkları toplamı M cisminin ağırlığından büyüktür.
- D. K ve M cisimlerinin ağırlıkları toplamı L cisminin ağırlığından küçüktür.

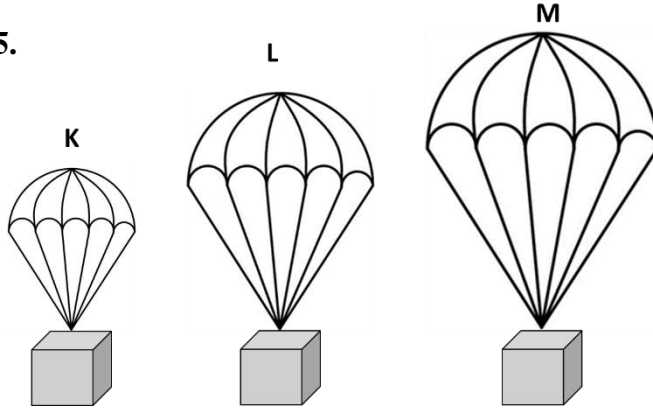
İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

SORU-5.

Yukarıdaki şekilde K, L ve M paraşütlerine özdeş cisimler asılarak aynı yükseklikten, aynı anda bırakılmıştır. Bu deney sonucunu önceden tahmin etmeye çalışan öğrenciler görüşlerini aşağıdaki şekilde ifade etmişlerdir. (Paraşütlerin ağırlıklarının eşit olduğunu varsayınız)

Ceren: Önce K paraşütü yere iner, çünkü paraşütün yüzey alanı küçüldükçe ona etki eden hava direnci azalır.

Özge: Hepsi aynı anda yere iner, çünkü paraşütün yüzey alanının büyüüp küçülmesi paraşütlere etki eden hava direncini etkilemez.

Halil: Hepsi aynı anda yere iner, çünkü paraşütlere asılan cisimler eşit ağırlıktadır.

Barış: Önce M paraşütü yere iner, çünkü paraşütün yüzey alanı arttıkça ona etki eden yerçekimi kuvveti azalır.

Buna göre hangi öğrenci ya da öğrencilerin **cevapları ve cevaplarını destekleyen gerekçeleri doğrudur?**

- A. Yalnız Ceren
- B. Yalnız Özge
- C. Ceren ve Barış
- D. Özge ve Barış

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

SORU-6.

Aşağıdaki şekilde cam ve tahta yüzey üzerinden aynı anda eşit uzunluk ve yükseklikteki eğik düzlemlerden bırakılan özdeş oyuncak arabaların yere ulaşma sürelerinin birbirinden farklı olduğu görülüyor.



Bu deneyde aşağıdaki hipotezlerden hangisi **test edilmek istenmiş olabilir?**

- A. Farklı yüzeylerde hareket eden arabalara etki eden yerçekimi kuvveti de farklı olur.
- B. Farklı yüzeylerde hareket eden arabalara etki eden sürtünme kuvveti de farklı olur.
- C. Farklı yüzeylerde hareket eden arabalara etki eden hava direnci de farklı olur.
- D. Farklı yüzeylerde hareket eden arabalara etki eden itme kuvveti de farklı olur.

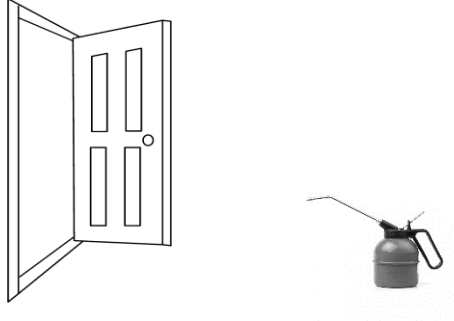
İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

SORU-7.

Kapı gıcırdaması oldukça rahatsız edici bir sestir. Bu sesi önlemek amacıyla kapı menteşelerine yağ sürebiliriz.

Aşağıdakilerden hangisi kapı menteşelerine yağ sürünce **gıcırtdının kaybolmasını açıklar?**

- A. Yağ, menteşelerin birbirine sürtünmesini azaltır.
- B. Yağ, kapıya etki eden yerçekimi kuvvetini azaltır.
- C. Yağ, menteşelerin pürüzlü hale gelmesini sağlar.
- D. Yağ, gıcırtdı sesinin yayılmasını engeller.

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

SORU-8. Aşağıdaki görseller özdeş A, B ve C araçlarının aynı tür lastiklerle yağmurlu, güneşli, ve kar yağışlı havalarda aynı yol üzerindeki hareketini göstermektedir. Araç sürücüleri belirtilen durumlarda, eşit süratlerle giderken frene basıyor.



Buna göre araçların durma mesafeleriyle ilgili aşağıdakilerden **hangisi doğrudur?**

- A. En kısa mesafede A aracı durur, çünkü kuru zeminde sürtünme kuvveti en fazladır
- B. En kısa mesafede B aracı durur, çünkü ıslak zeminde sürtünme kuvveti en azdır.
- C. En kısa mesafede C aracı durur, çünkü karlı zeminde sürtünme kuvveti en azdır.
- D. Hepsi eşit mesafede durur, çünkü araçlar aynı tür lastiklerle eşit süratle gitmektedir.

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

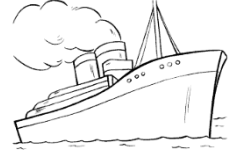
SORU-9.

Aşağıdaki görselleri inceleyerek, açıklamalarını dikkatlice okuyunuz.

I- Kış lastiklerinin dış yüzeylerinde çok fazla girinti çıkıntı olması



II- Gemilerin ön kısmı "V" şeklinde tasarlanması



III- Bisiklet yarışçılarının öne doğru eğilerek yarışmaları



Yukarıda verilen örneklerden hangileri sürtünme kuvvetini azaltmayı, hangileri arttırmayı **amaçlamıştır?**

	Sürtünme Kuvvetini Arttırmayı Amaçlayanlar	Sürtünme Kuvvetini Azaltmayı Amaçlayanlar
A.	I	II ve III
B.	III	I ve II
C.	I ve II	III
D.	II ve III	I

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....









.....

.....

.....

SORU-10.

Aşağıdaki tabloda özellikleri verilen yayların ve ağırlıkların her biri bir numara ile gösterilmiştir.

YAYLAR	1  İnce yay Boyu 10 cm Çelik yay	2  İnce yay Boyu: 18cm Çelik yay	3  Kalın yay Boyu 10cm Bakır yay	4  Kalın yay Boyu 10cm Çelik yay
AĞIRLIKLAR	5  10 Newton	6  20 Newton	7  5 Newton	8  20 Newton

Pelin, **bir deney yaparak** yayın uzama miktarının yay kalınlığına bağlı olarak nasıl değiştiğini araştırmak istiyor. Buna göre, tabloda numaraları verilen malzemelerden **hangilerini kullanarak amacına ulaşabilir?**

	YAY	AĞIRLIK
A.	1 ve 4	5 ve 8
B.	3 ve 4	6 ve 8
C.	1 ve 4	6 ve 8
D.	1 ve 2	5 ve 8

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

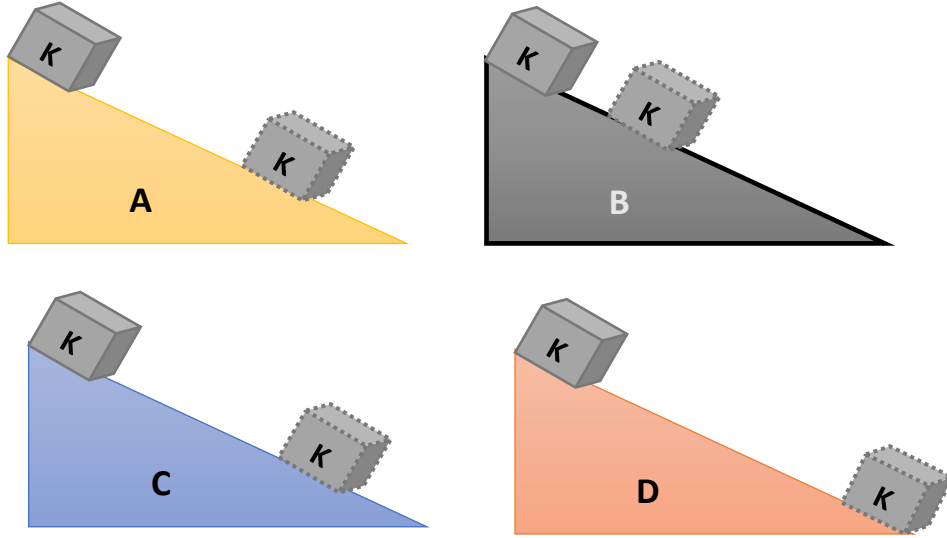
.....

.....

.....

SORU 11.

Yükseklikleri ve uzunlukları eşit olan A, B, C ve D rampalarından özdeş K cisimleri bırakılıyor. Cisimler rampa üzerinde bir süre yol aldıktan sonra gösterilen noktalarda duruyorlar.



Rampalar	K cisminin rampa üzerinde aldığı yol (cm)
A rampası	20
B rampası	5
C rampası	20
D rampası	25

Deney sonuçları hakkında Ayşe, Zeynep ve Faruk fikirlerini söylüyorlar.

Ayşe : B rampası en fazla pürüzlü yüzeye sahip olabilir.

Zeynep : A ve C rampası aynı maddeden yapılmış olabilir.

Faruk : D rampası en pürüzsüz yüzeye sahip olabilir.

Buna göre aşağıdaki öğrencilerden hangilerinin fikirleri **doğru olabilir?**

- A. Yalnız Ayşe
- B. Yalnız Zeynep
- C. Ayşe ve Zeynep
- D. Ayşe, Zeynep ve Faruk

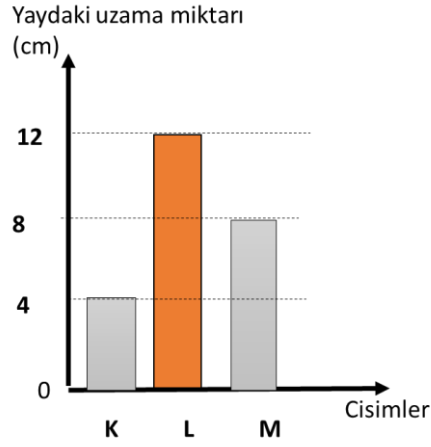
İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

SORU-12

Aynı yaya sırasıyla K- L ve M cisimleri asılarak yayın uzama miktarları ölçülerek aşağıdaki grafik çizilmiştir.



Grafiğe göre aşağıdakilerden **hangisine ulaşılabilir?**

- A. K cisminin ağırlığı M cisminin ağırlığından daha büyüktür.
- B. L cisminin ağırlığı K ve M cisimlerinin ağırlıkları toplamına eşittir.
- C. M cisminin ağırlığı L cisminin ağırlığının yarısına eşittir.
- D. K ve M cisimi birlikte asılırsa L cismine göre yay daha çok uzar.

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

SORU 13.

Aşağıdaki resimler insanların problemlerine çözüm bulmak amacıyla bazı canlılara ait yapıları mühendislik uygulamaları için hangi alanlarda kullandıkları gösterilmiştir.



I. Yalıçapkını kuşunun gaga yapısını

Trenin daha hızlı gidebilmesi için ön kısmının tasarımında



II. Köpekbalığı derisinin yapısını
yüzücüler için mayo tasarlamakta

III. Geko'nun ayağındaki yapıları
kaymaz ayakkabı tasarımında



Yukarıdaki tasarımların hangisi veya hangileri sürtünme kuvvetinin etkisini **arttırmayı** amaçlamıştır?

- A. Yalnız I
- B. Yalnız III
- C. II ve III
- D. I ve II

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

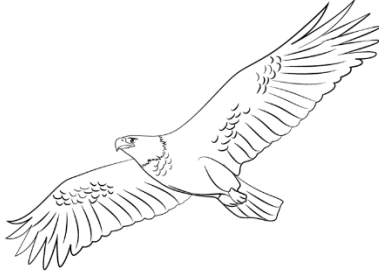
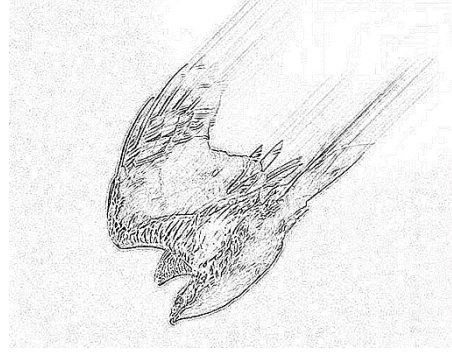
.....

.....

SORU 14.

Avcı kuşlar keskin gözleri sayesinde yüksekte uçarken avlarını görebilir. Avını ararken kanatlarını olabildiğince açar ve uzun süre kanat çırpmasına gerek kalmadan avını arar. Avını gördüğü anda kanatlarını biraz kapatır ve avına yakalamak için dalışa geçer.

Aşağıdaki görsellerde Şekil-I avcı bir kuşun avını araması ve Şekil II’de ise avını yakalamak için dalışa geçmesini göstermektedir.

**Şekil I****Şekil II**

Buna göre verilen iki durum için aşağıdakilerden **hangisine ulaşılabilir?**

- A. Avcı kuşun vücuduna etki eden hava direnci kanatları açıkken daha fazladır.
- B. Avcı kuşun kanatlarını açarak uçarken vücut ağırlığı azalır.
- C. Avcı kuşun kanatlarını kapatması vücuduna etki eden yerçekimi kuvvetini arttırır.
- D. Avcı kuşun kanatlarını kapatması vücuduna uygulanan hava direncini arttırır.

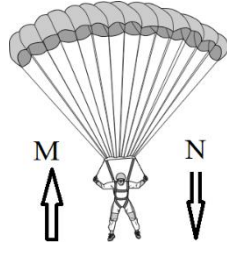
İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

SORU 15.

Yandaki şekil paraşüt ile atlayan bir kişiyi, M ve N ile gösterilen oklar ise paraşütlüye etki eden kuvvetleri göstermektedir.

Buna göre aşağıdaki ifadelerden **doğru olanı işaretleyiniz?**

- A. Paraşütlü yere daha uzun sürede inmek için daha büyük bir paraşüt kullanmalı.
- B. Paraşütlü M kuvvetinin büyüklüğünü arttırmak için daha küçük bir paraşüt kullanmalı.
- C. Paraşütlü N kuvvetinin büyüklüğünü azaltmak için daha büyük bir paraşüt kullanmalı.
- D. Paraşütlü yere daha kısa sürede inmek için daha büyük bir paraşüt kullanmalı.

İşaretlediğiniz seçeneğin doğru olduğuna nasıl karar verdiniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

Ek 8. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları

..... ünitesi ile ilgili olarak sizinle bir görüşme yapmak istiyorum. Bu araştırma sonucunda ortaya çıkacak sonuçlarının hem siz öğrenciler hem de öğretmenler için gelecekte benzer çalışmalar için yardımcı olabileceğini düşünüyorum. Bu nedenle sizin bu konudaki düşüncelerinizi öğrenmek istiyoruz. Görüşmeyle ilgili olarak sizi bilgilendirmek istiyorum.

- Görüşme süresince söyleyeceklerinizin tümü gizli kalacaktır. Bu bilgileri araştırmacı dışında kimsenin görmesi mümkün değildir. İsmi kesinlikle gizli kalacaktır.
- Görüşmeye başlamadan önce sormak istediğiniz veya belirtmek istediğiniz bir konu var mı?
- Sizin için sakıncası yoksa veri kayıplarını önlemek amacıyla görüşmeyi izninizle kaydetmek istiyorum.
- Görüşmemiz yaklaşık olarak 30 dakika sürecektir.

Bu görüşmeye katılıp katılmamakta tamamen özgürsünüz. İzniniz olursa görüşmeye başlamak istiyorum. Görüşmeye başlamadan önce herhangi bir sorunuz var mı?

GÖRÜŞME SORULARI

1-Tasarım göreviniz için neler yaptınız?

- a. Tasarım göreviniz önemli miydi? Neden evet/hayır?
- b. Tasarım görevinizi gerçekleştirmek için neler yaptınız?

2-Tasarım görevinizi gerçekleştirmek için hangi bilimsel bilgileri kullandınız?

3-Tasarım görevinizi gerçekleştirmek için hangi matematiksel bilgileri kullandınız?

4-Ünite süresince bilimsel bilgiyi elde etmek için yaptığınız çalışmalar ile tasarım görevinizi gerçekleştirirken yaptığınız çalışmalar arasındaki benzerlik ve farklılıklar nelerdi?

5-Tasarım görevini gerçekleştirirken mühendislik hakkında neler öğrendiniz?

6-Tasarım görevinizde teknolojiyi nasıl kullandınız?

7-Tasarım görevi süresince ne tür problemlerle karşı karşıya kaldınız?

- a. Bu problemleri nasıl çözdünüz?
- b. Tasarım göreviniz için yapılan mini aktiviteler büyük tasarım görevinizi gerçekleştirmek için nasıl yardımcı oldu?

Ek 9. FeTeMM-MYİÖ Uygulama İzni

The screenshot shows a Gmail interface. At the top, there is a search bar with the text 'ünlü'. Below the search bar, there is a navigation menu on the left with options: 'Oluştur', 'Gelen Kutusu' (546), 'Yıldızlı', 'Ertelenenler', 'Önemli', 'Sohbetler', and 'Gönderilmiş Postalar'. The main content area displays an email titled 'FeTeMM-MYİÖ uygulama izni' from 'hilmi dgn' dated '21 Eki 2018 Paz 21:27'. The email body contains the text: 'Sayın Hocam, Ben Hilmi Doğan, PAÜ'de doktora öğrencisiyim ve halen MEB'da Fen bilgisi öğretmeni olarak görev yapmaktayım. Uygun görürseniz, Tür...'. Below this, there is a reply from 'Zeynep ÜNLÜ' dated '21 Eki 2018 Paz 21:30' with the text: 'İyi çalışmalar, kolaylıklar dilerim. zeynep. hilmi dgn <dgnhilmi@gmail.com>, 21 Eki 2018 Paz, 21:27 tarihinde şunu yazdı:'.

Ek 10. BAHGÖ Uygulama İzni

Oluşturun

Gelen Kutusu 553

Yıldızlı

Ertelenenler

Önemli

Sohbetler

1.292 İleti dizisinden 2.

BAHGÖ kullanım izni > Gelen Katışı x

hilmi dğn 21 Haziran Paz 17:54 ☆

Değerli Hocalarım, Ben Hilmi DOĞAN, PAÜ Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim dalı, fen bilgesi eğitimi programı doktora öğrencisiyim. Uygun gör...

Zeha Yakar 21 Haziran Paz 21:53 ☆ ↩ ⋮

Alıcı: ben ▾

Merhaba Hilmi,

Türkiye uyarlama çalışmasını yaptığımız 'Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüş Ölçeği' ni doktora tez çalışmada kullanman bizi mutlu eder. Kolaylıklar dilerim.

Zeha Yakar

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Hilmi DOĞAN
 Doğum Yeri ve Tarihi : Antalya-1973
 Lisans : İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kimya Öğretmenliği
 Yüksek Lisans : Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı
 Yabancı Dil Bilgileri : İngilizce, YDS-77.50- Sonbahar 2017
 Mesleki Deneyim : MEB öğretmen, Ekim 1994 -Halen devam etmekte

Yayımlanmış Makaleler

Gencer, A. S., Doğan, H., & Bilen, K. (2020). Developing biomimicry STEM activity by querying the relationship between structure and function in organisms. *Turkish Journal of Education*, 9(1), 64-105.

Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K., & Can, B. (2019). Bütünleşik STEM eğitimi modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45(45), 38-55.

Doğan, H., Gencer, A. S., & Bilen, K. (2017). Science and engineering implementation: A case study on edible and renewable car activity. *Journal of Inquiry Based Activities*, 7(2), 62-85.

Bildiriler

Doğan, H., Gencer, A. S., & Bilen, K. (2019). *STEM Eğitiminde biyomimikriyi anlamak için yapı fonksiyon modelinin kullanılması*, Uluslararası Eğitimde ve Kültürde Akademik Çalışmalar Sempozyumu, 12-14 Eylül, Denizli.

Doğan, H., Gencer, A. S., & Bilen, K. (2019). *Developing biomimetics STEM activity querying the relationship between structure and function in organisms*, European Science Education Research Association (ESERA19), 26-30 August, Bologna, Italy.

Doğan, H., Gencer, A. S., & Bilen, K. (2019) *TCT eleştirel düşünme testini Türkçeye uyarlama çalışması*, Eurasian Journal of Educational Research-EJER, 19-22 Haziran, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Doğan, H., Gencer, A. S., Bilen, K. & Can, B. (2019) *Mühendislik tasarım süreci odaklı bütünleşik STEM modeli*, 13. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 04-06 Ekim 2018, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.

Doğan, H., Mártires, H., Paju, H., & Gencer, A. S. (2018) *A Comparative study of students' attitudes and perceptions towards engineering and science in Estonia, Portugal and Turkey*, World STEM Education Conference (ICASE), 08 -10 Haziran, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul.

- Doğan, H., Gencer, A. S., Bilen, K. & Can, B. (2018), *Bütünleşik STEM eğitimi modelleri*, 27th International Conference on Educational Sciences (ICES-UEBK-2018), 18- 22 Nisan, Antalya.
- Doğan, H., Bilen, K. & Gencer, A. S. (2018) *Farklı ülkelerdeki ilköğretim öğrencilerinin STEM tutumlarının karşılaştırılması*, 27th International Conference on Educational Sciences(ICES-UEBK-2018), 18- 22 Nisan, Antalya.
- Doğan, H., Gencer, A. S. & Bilen, K. (2017) *Fen ve mühendislik uygulaması: yenabilir araba etkinliği üzerine durum çalışması*, IV nd International Eurasian Educational Research Congress(EJER), 11 - 14 Mayıs, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Bilen, K., Doğan, H., Gencer, A. S. *Okul öncesi eğitiminde örnek bir bilimin doğası etkinliği: balık balıktır !!*, IV nd International Eurasian Educational Research Congress(EJER), 11 - 14 Mayıs, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Paju, H., Doğan, H., Mártires, H., Primc, A., & Mihaylova, Z. (2019) The Students' and Teachers' Views on STEM Education, *European Science Education Research Association (ESERA19)*, 26-30 August, Bologna, Italy.